

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



APLIKACE GIS V HODNOCENÍ RENATURACÍ VODNÍCH TOKŮ

**APPLICATION OF GIS IN THE EVALUATION OF RENATURATION OF
WATERCOURSES**

Bakalářská práce

Ivana Havránková

srpen 2014

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Přemysl Štych, Ph. D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a za použití všech řádně citovaných pramenů. Také jsem si vědoma toho, že případné využití výsledků této práce je možné pouze s písemným souhlasem Univerzity Karlovy v Praze. Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze dne 19. srpna 2014

.....

Ivana Havránková

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce RNDr. Přemyslu Štychovi, Ph. D za cenné připomínky a rady v průběhu tvorby bakalářské práce a za čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále také mé velké díky patří ředitelce mapové sbírky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy PhDr. et Mgr. Evě Novotné za zapůjčení map III. vojenského mapování pro tvorbu této práce. A také bych chtěla poděkovat Českému úřadu zeměměřickému a katastrálnímu za bezplatné zapůjčení části databáze ZABAGED a Císařských otisků stabilního katastru.

Aplikace GIS v hodnocení renaturací vodních toků

Abstrakt

Daná práce se zabývá využitím geoinformačních systémů v problematice renaturací a revitalizací vodních toků. Konkrétně jde o aplikaci geoinformačních systému v hodnocení renaturací vodních toků. Nejprve budou zpracovány do digitální podoby mapy Císařských otisků stabilního katastru a mapy III. vojenského mapování a to tak, že budou georeferencovány do souřadnicového systému S-JTSK Krovak east north. Z těchto nově vzniklých rastrových podkladů budou spolu s mapami II. vojenského mapování a ortofotem ČR z 50. let dále vektorizovány toky jako liniové prvky. Stejně tak bude vektorizován land use na přilehlých pozemcích z map Císařských otisků stabilního katastru. K porovnání land use poslouží data ze ZABAGED. Rozlohu zkoumaných přilehlých pozemků toku vymežíme funkcí Buffer a vytvořením DMT z něhož určíme sklonitost terénu.

Práce je vytvářena na příkladu povodí Lišanského potoka, kde byl také proveden terénní průzkum pro rozlišení renaturačních a revitalizačních úseků toku agenturou AOPK. Výsledky práce budou dále využívány AOPK.

Klíčová slova: renaturace, revitalizace, GIS, historické mapování, Lišanský potok

Application of GIS in the evaluation of renaturation of watercourses

Abstract

The given work deals with the use of GIS in the issue renaturation and revitalization of watercourses. Specifically, application of GIS in the evaluation of renaturation of watercourses. First will be processed into digital maps of the Imperial fingerprint stable cadastre maps and III. Military Mapping a way that will be georeferenced to a coordinate system S-JTSK Krovak east north. Of these newly created raster documents will be together with maps II. military mapping and orthophoto CR of the 50s further vectorized flows as linear elements. It will also be vectorized land use on adjacent land map of the Imperial fingerprint stable cadastre. Compare land use data from ZABAGED serve. Surveyed an area of land adjacent stream Buffer and define the creation of DMT from which we determine the slope of terrain.

The work is created in the example catchment area of Lisansky creek, where it was also conducted field research for the resolution renaturation's and revitalization's stretch of river by the agency AOPK. The results will be used by the Agency AOPK.

Keywords: renaturation, revitalization, GIS, historical mapping, Lisansky creek.

OBSAH

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK	7
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	8
1 ÚVOD	9
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE A ÚVOD DO PROBLEMATIKY	10
2.1 Historie úprav vodních toků	10
2.2 Typy obnovy vodních toků a jejich správa	11
2.2.1 Technická revitalizace	11
2.2.2 Samovolná renaturace	12
2.2.3 Renaturace vlivem povodní	13
2.2.4 Správa vodních toků	14
2.3 Analýza změn vodních toků pomocí map historického mapování	14
2.4 Land use – využití krajiny	15
2.5 Možnosti využití GIS v hodnocení renaturačních procesů probíhajících na vodních tocích ...	16
2.5.1 Tvorba DMT – digitální model terénu	16
2.5.2 Geometrická transformace	17
2.5.3 Vektorizace/vektorový model	18
2.5.4 Topologické překrytí – Overlay	19
2.6 Vymezení a stručná charakteristika území zájmového povodí	20
2.6.1 Rybníky na Rakovnicku	21
3 DATA	22
3.1 Vstupní data	22
3.1.1 Císařské otisky stabilního katastru	22
3.1.2 II. vojenské mapování	23
3.1.3 III. vojenské mapování	23
3.1.4 Databáze ZABAGED	23
3.1.5 Vrstevnice ZABAGED pro tvorbu DMT	24
3.1.6 Databáze DIBAVOD	24
3.1.7 Ortofoto České republiky	24
3.2 Použitý software	24
4 METODIKA	26
4.1 Metodika pro terénní průzkum od AOPK	26
4.2 Výběr metodiky terénního průzkumu aplikovatelné do GIS	28
4.3 Tvorba DMT a sklonitosti terénu	29
4.4 Geometrická transformace	30
4.5 Vektorizace	31

4.5.1	Vektorizace toků	31
4.5.2	Vektorizace land use přilehlých pozemků na mapách stabilního katastru	32
4.5.3	Vektorizace křovin a lesů ortofota ČR.....	33
4.6	Překryv = Overlay.....	33
4.6.1	Kategorie land use určené AOPK.....	34
4.6.2	Lesy a křoviny.....	34
4.7	Výpočet sklonitostí jednotlivých úseků toku	35
5	VÝSLEDKY	36
5.1	Interpretace starých map pro analýzu změn délek toků	36
5.2	Analýza hodnocení změn délek vodních toků	37
5.3	Překrytí křovin a lesů mezi roky 1843 a 2013	39
5.4	Výskytu jezů	39
5.5	Hodnocení sklonitosti na základě vytvoření DMT v GIS	40
5.6	Sklonitostní poměry jednotlivých toků	41
5.7	Vymezení intravilánu	42
5.8	Hodnocení překrytí kategorií land use mezi roky 1843 a 2009	43
6	DISKUSE A ZÁVĚR.....	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
	SEZNAM PŘÍLOH	52

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK

AV ČR	Akademie věd České republiky
AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny
ČR	Česká republika
ČSA	Československá armáda
CEVT	Centrální evidence vodních toků
ČVUT	České vysoké učení technické
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DGN	Vektorový souborový formát
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMT	Digitální model terénu
FAO	Food and Agriculture Organization (Organizace pro výživu a zemědělství)
GIS	Geoinformační systém
INSPIRE	Infrastrucure For Spatial Information In Europe (Infrastruktura prostorových informací v Evropě)
LUCC	Land use and cover change (Změny využití krajiny)
MES	Morfologicko – ekologický stav
RMS	Root Mean Square (Střední kvadratická chyba)
SHP	Shapefile (Vektorový datový formát)
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SK	Stabilní katastr
SZ	Severozápad
TIN	Triangulated Irregular Network (Nepravidelná trojúhelníková síť)
UJEP	Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský Tomáše Garrigua Masaryka
WGS	World Geodetic System (Světový geodetický systém)
WMS	Web Map Service (Webová mapová služba)
ZABAGED	Základní báze geografických dat

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek č. 1: Zřetelná a potřebná finanční revitalizační přestavba.....	12
Obrázek č. 2: Povodňová renaturace na toku Lišanského potoka.....	13
Obrázek č. 3: Tabulka vykazující RMS chybu při georeferencování.....	18
Obrázek č. 4: Mapa vymezení zájmového území.....	20
Obrázek č. 5: Mapa vektorizovaných toků v jednotlivých historických obdobích.....	32
Obrázek č. 6: Funkce Overlay – operace Union.....	33
Obrázek č. 7: Grafické vyjádření goniometrické funkce sinus.....	35
Obrázek č. 8: Znázornění zobrazení vodního toku na mapách II. a III. vojenského mapování.....	36
Tabulka č. 1: Délky vybraných toků v jednotlivých historických obdobích.....	37
Tabulka č. 2: Rozloha křovinatého a lesního porostu ze dvou zkoumaných časových období.....	39
Tabulka č. 3: Délka a sklon vybraných úseků vodních toků.....	41
Tabulka č. 4: Výskyt intravilánu do 100 metů od vodního toku.....	42
Tabulka č. 5: Kategorizace využití krajiny, dle určení AOPK.....	43
Tabulka č. 6: Výměra rozloh kategorií land use na revitalizačním úseku Lišanského potoka.....	44
Tabulka č. 7: Výměra rozloh kategorií land use na renaturačním úseku Lišanského potoka.....	44
Tabulka č. 8: Měřítko zadaných mapových podkladů.....	46

1 ÚVOD

V dnešní době je trend zlepšovat morfologický stav vodních toků a hledají se způsoby jak neefektivněji zlepšení docílit. Nejčastěji dochází k úpravě toků revitalizací finančního charakteru. Avšak je zde problém nedostačujících finančních dotací, které nejsou správně využívány a zajišťují revitalizace jen na krátké období. Jelikož na tocích jsou často nalezeny úseky, kde již probíhá samovolný proces návratu do původního morfologického stavu toku, bylo by zbytečné znovu narušovat tyto úseky nějakým druhem investičních revitalizací. Z tohoto důvodu byl zaveden nový pojem „Samovolné renaturace“. Aplikací Geoinformačního systému se budeme snažit zhodnotit problematiku renaturací na vodních tocích.

V úvodní rešeršní části bakalářské práce je nastíněn historický vývoj úprav vodních toků, kdy první zásahy člověka do úprav říční sítě jsou datovány od 19. století. V další části je představena hlavní problematika revitalizací a renaturací, která bude zkoumána a hodnocena za pomoci analytických nástrojů GIS. Vzhledem k tématu nesmí být také opomenuto téma správy vodních toků, která je důležitá pro vykonávání úprav na vodním toku. V další části rešerše navazuje stručný přehled o významu historického mapování pro analýzu změn vodních toků a jejich přilehlých pozemků v období posledních 150 let a seznámení s projekty, které se touto problematikou již zabývaly. Volně navazuje kapitola využití krajiny - land use. V předposlední kapitole rešerše jsou popsány možnosti využití GIS v hodnocení zkoumané problematiky renaturací. Celou rešeršní část uzavírá stručné vymezení a charakteristika zájmového území povodí Lišanského potoka, na kterém bude daná práce zpracovávána.

Další část práce obsahuje detailní popis datových zdrojů vhodných pro výzkum renaturací vodních toků. Na ně navazuje metodika vytvořená AOPK a následuje výběr parametrů z této metodiky, které lze aplikovat do GIS. V dalších kapitolách je sepsán popis metodického postupu zpracování dat a následný popis a zhodnocení získaných výsledků.

Celou práci uzavírá kapitola odborná diskuse nad dosaženými výsledky a zvolenou metodikou práce a závěr práce.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE A ÚVOD DO PROBLEMATIKY

2.1 Historie úprav vodních toků

Již ve středověku probíhaly první zásahy člověka do úpravy vodních toků, bylo to především kvůli usměrnění přívodu vody do mlýnů, pil a hamrů. Od konce 19. století začal člověk provádět významné technické úpravy v korytech řek mnohem intenzivněji. Podle Justa a kol. (2003, str. 9) „*katastrofální povodně v 90. letech 19. století významně přispěly k rozvoji protipovodňových úprav*“. Z historického hlediska bylo napřimování říční sítě nejčastější úprava probíhající na vodním toku. Docházelo tak k celkovému zkracování říční sítě. Hlavními důvody těchto úprav bylo: zajištění odvodnění zemědělských ploch, zvýšení splavnosti toků pro lodní dopravu, ochrana měst před povodněmi nebo vznikali jako důsledky urbanizace a industrializace krajiny (Langhammer a Vajskebr, 2007).

Velkým problémem byl především negativní vliv na průběh povodně ve všech jejích stádiích. Napřimováním a s tím spojené snížením objemu říční sítě vzniká větší odtoková vlna a větší kulminace povodně na dolním toku. Kromě toho dochází samozřejmě také ke zvýšení průtoku v korytě toku.

Vyvrcholením technických úprav vodních toků byla 70. a 80. léta 20. století, probíhalo velkoplošné odvodňování spolu s ohromnou chemizací zemědělství, která se mimo jiné projevila výrazným zhoršením kvality vody. Změny vodního prostředí v naší krajině přesáhly míru únosnosti, takže nastala potřeba revitalizací. Vodohospodářské úpravy koryt zcela změnily charakter toků a negativně tak přispěly ke snížení biodiverzity a hladiny podzemní vody v nivách toků.

U nás začala probíhat revitalizace po roce 1990 a je zajišťována především programy Ministerstva životního prostředí. V roce 1992 vznikl dotační Program revitalizace říčních systémů. V rozvinutých zemích jako je například USA nebo Velká Británie probíhá již od 70. let 20. století a hlavní snahou je zde obnovení vodního toku přírodě blízkého stavu. V Německu nebo Rakousku se o revitalizaci stará nejen Ministerstvo životního prostředí a územního rozvoje, ale i orgány samosprávy na úrovni obcí.

V dnešní době je hlavním dokumentem, ve kterém země Evropské unie nalézají oporu ve svých revitalizačních snahách, směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000, stavující rámec pro činnost společenství v oblasti vodní politiky (Just, 2009). Tento dokument upozorňuje na zranitelnost vodních ekosystémů a usiluje o zlepšení geomorfologického stavu toků a jejich přilehlých niv. Poukazuje na to, že voda není běžný obchodní produkt, ale spíše dědictví a podle toho je potřeba s ním nakládat (Směrnice evropského parlamentu a rady, 2000).

2.2 Typy obnovy vodních toků a jejich správa

Mezi základní typy obnovy vodního toku patří technická revitalizace a renaturace, která se dále dělí na samovolnou, dlouhodobou a renaturaci vlivem povodí.

Zprvu je potřeba si uvědomit, že renaturace je v tomto odvětví nově zavedeným pojmem na rozdíl od již zažitého pojmu revitalizace. Oba tyto pojmy jsou si dosti podobné, vyjadřují obnovu a návrat vodních ploch do původního, přirozeného stavu. Avšak na rozdíl od revitalizace, ke které jsou potřeba finanční zdroje a práce člověka, probíhá renaturace samovolně vlivem přírodních sil.

2.2.1 Technická revitalizace

Je to soubor razantních stavebních zásahů, investičního charakteru do koryta a přilehlé nivy vodního toku, které vedou k obnově přirozeného rázu toku. Zkušenosti ukazují, že k dosažení očekávaných výsledků je potřeba nejen úzký pruh koryta řeky, ale i širší pozemkový pás v nivě toků (Just, 2009). Na obrázku č. 1 dobře znatelná potřeba investiční revitalizace.

Revitalizací se snažíme docílit obnovy přírodního charakteru koryt a přilehlých niv vodních toků. Důležitou součástí je obnova a vytváření tůní, mokřadů a malých vodních nádrží, obnova starých říčních ramen a především znovu zavodnění dříve nevhodně odvodněné plochy.

Je potřeba zmínit, co nám revitalizace přináší za výhody. Díky nim dochází k zadržování vody v krajině, což je spojeno se zvýšením zásob nivní podzemní vody. Dále také tlumí průběh velkých vod (povodní) díky tomu, že odtokové poměry toku jsou vyrovnané. Dokonce i kvalita vody se pak vlivem obnovení samočisticí schopnosti toku zlepší. Je nutno říci, že po návratu vodního toku do přirozeného stavu se celkově zvýší biodiverzita toku a jeho okolí.

Financování a výkonné orgány revitalizací jsou ošetřeny úředně, mohou je provádět obce a města a dokonce i majitelé pozemků, ale v největší míře by je měli zajišťovat správci vodních toků. Ti totiž získávají finanční prostředky z dotačních programů Ministerstva životního prostředí, které jsou přímo určené na revitalizace.

Je nutné zdůraznit, že revitalizace toku může přinést také významné efekty v oblasti protipovodňové ochrany. Vymežíme-li dostatečně široký nivní pás pro přirozený rozliv povodňových průtoků, zpomalí se rychlost proudění a dojde ke zvýšení akumulace vody. To vede ke zmírnění kulminace povodňových vln v níže položených místech. Retenční a akumulační schopnost nivy lze podpořit tvorbou přírodě blízkých prvků v rámci revitalizace, kterými jsou – obnova říčních ramen, tvorba přírodě blízkých paralelních koryt, vytváření tůní v nivě toku a výsadbou stanovištně vhodných doprovodných dřevin (AOPK, 2013).

Obrázek č. 1: Zřetelná a potřebná finanční revitalizační přestavba



Zdroj: AOPK

Revitalizace se ovšem nemusejí odehrávat pouze ve volné přírodě. Zvláště v poslední době jsou revitalizace prováděny také v intravilánech. Zde se však vždy dává přednost dostatečné protipovodňové ochraně zástavby. Toho je docíleno vysokou kapacitou koryt toků. Revitalizace jsou zde nejčastěji zapojovány do ploch parků a jiných rekreačních částí sídel.

2.2.2 Samovolná renaturace

Je to samovolná obnova vodního toku, ke které dochází vlivem procesů, které devastují původní technické úpravy na vodním toku a navracejí tak tvar potoka nebo řeky do původního přírodně blízkého stavu (Just, 2009).

Samotná renaturace je žádoucí především tam, kde mají technické úpravy negativní vliv a nebo v potocích a říčkách horní části toku. Naopak v obydlených oblastech jsou renaturační procesy omezovány. Bohužel v dnešní době správa vodních toků vnímá renaturační procesy nepříznivě, jako nežádoucí degradaci vodních děl, proto se jim snaží čelit, aniž by dostatečně rozlišovala, zda v daném úseku toku je úprava potřeba nebo zda může být tok ponechán v procesu návratu do původního přírodního stavu. Velmi často v rámci údržby, oprav a investičních zásahů ničí přirozené efekty, kterých by mohlo být dobře využito (Just, 2013).

Hlavní renaturační procesy jsou: rozpad opevnění (rozrušení betonového nebo dlaždicového okraje koryta), vymílání koryta, zanášení koryta např. listy spadlými ze stromů, zarůstání bylinnou vegetací, zarůstání dřevinami (následně vznikají lesy s podmáčenou půdou), a samovolný rozpad migračních překážek (Just, 2011).

Nutno říci, že ne vždy je možné, aby v krajině probíhala samovolná renaturace. Pokud je koryto vystavěno z technického a odolného opevnění (viz. obrázek č. 1) nebo jestliže dochází k jeho nadměrnému zahlubování, neexistuje jiná možnost než technická revitalizace.

Jestliže se koryto řeky snadno zanáší, je zde viditelný vývoj koryta do stran, opevnění se rozpadá nebo jej lze snadno odstranit a ke zpřirodnění toku napomáhá růst dřevin jsou tyto části koryta vhodné pro renaturaci.

2.2.3 Renaturace vlivem povodní

Vlivem povodní dochází k náhlému urychlení renaturace vlivem ničivé síly vody v korytě i říční nivě v době povodně. Je jasné, že i přirozená koryta bez technických úprav povodeň přetváří, ale podstata koryta zůstává nezměněna, tak tomu ale není u lidskou činností upravených koryt, ty povodeň ovlivní viditelnějším způsobem.

U částečně upravených toků, s ne příliš odolným opevněním, dojde ke zničení opevnění a po obou stranách koryta vzniknou velké nánosy naplavenin, které jsou prvním impulsem k přirozené obnově vodního toku (zobrazuje obrázek č. 2) Po ustoupení povodní je potřeba diferencovat obnovu protipovodňových opatření v obydlených částech, které se nacházejí v blízkosti vodního toku a je zde nejdůležitější ochrana majetku, od částí niv které jsou ve volné krajině a kde by se měl podporovat návrat k přírodní krajině a tudíž omezit zásahy k nápravě protipovodňových opatření. Díky návratu vodního toku do přirozeného stavu dochází ke snížení kulminační úrovně povodní, což znamená menší škody jak v krajině, tak i v obydlených částech.

Obrázek č. 2: Povodňová renaturace na toku Lišanského potoka



Zdroj: AOPK

2.2.4 Správa vodních toků

Je velice důležité vědět v čí působnosti je správa toků v České republice. Příslušní správci by měli obstarávat revitalizační opatření a zajišťovat tak správu vodních toků.

Správa vodních toků na území ČR je v působnosti správců Ministerstva zemědělství, kteří zajišťují přibližně 93,9 % délky všech vodních toků v České republice. Na správě ostatních vodních toků se podílejí ostatní subjekty, mezi které patří Ministerstvo obrany, správy národních parků a ostatní fyzické nebo právnické osoby. Vodní toky na území České republiky jsou rozděleny podle velikosti na významné vodní toky v délce 16 269,0 km a drobné vodní toky v délce 89 119,1 km. Všechny významné vodní toky a asi polovinu drobných vodních toků, spravují státní podniky Povodí (státní podnik Povodí Vltavy, státní podnik Povodí Ohře, státní podnik Povodí Labe, státní podnik Povodí Odry a státní podnik Povodí Moravy. Dalším významným správcem drobných vodních toků je státní podnik Lesy České republiky (EAGRI, 2011).

2.3 Analýza změn vodních toků pomocí map historického mapování

Jedním z největších zdrojů dat pro zpracování metodiky dané bakalářské práce jsou soubory map historického mapování. Po zpracování těchto mapových podkladů do digitální podoby, budou tyto data dále sloužit k analýze změn vodních toků. Proto je důležité v následujících odstavcích zmínit informace jak tyto analýzy probíhají a jaké projekty se tomuto tématu již věnují.

V dnešní době je stále častěji věnována pozornost historickému vývoji krajiny. Vlivem využívání krajiny lidskou společností zde došlo z historického hlediska k významným změnám. Změny využití krajiny v říční nivě úzce souvisí s hydrografickými změnami říčních toků. (Havlíček a kol., 2011).

Pro hodnocení změn krajiny a vodních toků z historického hlediska je v ČR k dispozici hned několik mapových podkladů. Je to Müllerova mapa Čech, mapy I. vojenského mapování, mapy II.vojenského mapování, Císařské otisky stabilního katastru, mapy III.vojenského mapování a mapy Generálního štábu ČSA. Dle Langhammera a Vajskebra (2007) jsou ale Müllerova mapa Čech a mapy I. vojenského mapování nevhodné pro analýzu z důvodu nepřesností.

Samotnou kartografickou Analýzou historického mapování Čech, Moravy a Slezska vytvořila jako projekt pod názvem „Georeferencování a kartografická analýza historických mapování Čech, Moravy a Slezska“ (2004 – 2006) Grantová agentura ve spolupráci s kolektivem tří vysokoškolských pracovišť: Laboratoře geoinformatiky UJEP Ústí nad Labem, katedry matematiky Západočeské univerzity v Plzni a katedry mapování a kartografie Fakulty stavební ČVUT v Praze (Zimová, 2005). Tento projekt zpřístupnil oboru velmi cenné historické podklady. Velký potenciál nabízejí výsledky projektu publikované na portálu oldmaps.geolab.cz

Konkrétně na změnu vodních toků se ve své studii „*Využití GIS pro analýzu zkrácení říční sítě na základě historických mapových podkladů*“ zaměřili Langhammer a Vajskebr (2007). Tvrdí, že při analýze historických mapových podkladů a jejich digitalizaci představuje prvořadý problém rozdílná kvalita dat z jednotlivých datových zdrojů. Jde především o nepřesnosti vyplývající z primární odlišné povahy dat – odlišného měřítka a tím rozdílné generalizace obsahu mapy, rozdílné kartografické projekce a zobrazení a přesnosti zpracování mapy. Proto vytvořili koeficienty k a f pro korekci výsledných dat z II. vojenského mapování a dat ZABAGED. Koeficient k pro úpravu hodnot II. vojenského mapování byl vypočten jako průměr relativních záporných odchylek délek toků mezi II. a III. voj. mapováním. Koeficient f byla naopak vypočten jako průměr relativních kladných odchylek délek toků mezi mapováním Generálního štábu ČSA a ZABAGED. Výsledné hodnoty z III. vojenského mapování a z map Generálního štábu ČSA z let 1952 – 1957 nebylo potřeba nijak upravovat vzhledem k totožnému měřítku a způsobu zpracování dat.

2.4 Land use – využití krajiny

Jelikož velká část práce se věnuje zpracování pozemků v blízkosti vodních toků, je třeba vysvětlit co daný pojem vlastně znamená a jak je interpretován jednotlivými autory.

Land use neboli využití ploch, je přetvoření přírodní krajiny na krajinu kulturní ovlivněnou člověkem. Je velmi dynamický, jak v čase, tak i v prostoru mění jednotlivé znaky a vlastnosti krajiny. Z tohoto důvodu byl v dané práci využit jako vhodný parametr ke zkoumání změn využití ploch v okolí toku. Zahrnuje v sobě určitou formu analýzy aktuálního či historického stavu, ale i hodnocení krajiny z hlediska vhodnosti území pro určitý způsob využití. Land use je charakterizován uspořádáním, aktivitami a vstupy, kterými člověk využívá určité typy land cover za účelem produkce, změny nebo údržby krajiny (FAO, 2013).

Urbanizace má velký efekt na vyšší diferenciaci jednotlivých složek krajiny, než tomu tak bylo dříve (Bičík a kol., 2012). Vzhled krajiny podstoupil již v minulosti několik změn, které byly vázány na změny v socioekonomickém vývoji společnosti, jako byla například industrializace na konci 18. století, kdy v zemědělství nastal úpadek. V dnešní době vzhled krajiny je stále nejvíce ovlivňován suburbanizací a změnami v zemědělství, kdy dochází ke snižování zemědělské výroby, což má za následek snižování rozlohy orné půdy a naopak zvyšování podílu trvalých travních porostů.

Na území České republiky se v posledních dvou stoletích využití krajiny velmi mění. A to jak vertikálně, s měnící se nadmořskou výškou, kde využití krajiny ovlivňují především přírodní faktory, tak i v rovině horizontální, kde převažují především polohové socioekonomické faktory. Dochází tak k výrazné regionální diferenciaci funkcí území (Bičík, Kupková, 2008). Tato diferenciacie území se

projeví také v samotných říčních nivách. Jejich využití je ovlivněno změnou využití přilehlých pozemků.

V rámci území České republiky byla vytvořena statistická databáze využití ploch. Tato databáze byla vytvořena v rámci projektu LUCC. Databáze obsahuje rozdělení land use do 8 kategorií. Tyto údaje jsou v databázi uloženy pro roky 1845, 1948, 1990 a 2000. Data jsou uložena pro 8903 tzv. srovnatelných územních jednotek, které tvoří buď samostatné katastry (pokud se jejich rozloha v celém sledovaném období nezměnila o více než 1%) nebo dvě a více katastrálních území sloučených tak, aby byla dodržena podmínka maximální změny do 1% za sledované období. Každé katastrální území je popsáno sérií údajů o celkové rozloze všech již uvedených kategorií využití půdy, ale je zároveň „černou skříňkou“, do jejíhož vnitřku – tzn. prostorového rozložení využití půdy - nelze proniknout (LUCC Czechia, 2014). Vzhledem k chybějícím datům prostorového rozložení, není možné využití databáze pro zpracování dané bakalářské práce, kde je právě prostorové rozlišení využití půdy rozhodující.

2.5 Možnosti využití GIS v hodnocení renaturačních procesů probíhajících na vodních tocích

V současnosti je stále častější spravování prostorových dat v GIS. Správa hydrologických a vodohospodářských dat v digitální podobě s využitím GIS má oproti klasickým papírovým 13 mapám řadu výhod - např. aktualizace dat je v prostředí GIS daleko jednodušší, neocenitelná je také možnost kombinace dat různých zdrojů (u papírových map velmi těžkopádná). Mnohá omezení papírových map odstraňují GIS tím, že uchovávají původní podkladová data pro vytvoření mapy a samotnou mapu tvoří až v případě potřeby. Z těchto dat je pak možné vytvářet mapy s různým obsahem přizpůsobeným záměru jejich využití či přání uživatele (Kolář, 2003).

V následujících podkapitolách jsou popsány jednotlivé nástroje vhodné pro hodnocení procesů samovolných renaturací na vodních tocích.

2.5.1 Tvorba DMT – digitální model terénu

Digitální model vykresluje prostorový a geometrický popis reliéfu terénu. Umožňuje vytvořit si přehled o zájmovém území. Dále ho pak vizualizovat a analyzovat. Rapant (2006) definuje digitální model terénu jako „*digitální reprezentaci povrchu terénu, složenou z dat a interpolačního algoritmu, umožňujícího odvozovat nadmořské výšky v libovolných bodech nacházejících se uvnitř modelované*

oblasti“. Důležité je rozlišovat digitální model terénu a digitální model reliéfu. Digitální model terénu popisuje zemský povrch bez vegetace a člověkem uměle vytvořených prvků v krajině (budovy, mosty atd.). Naopak digitální model reliéfu všechny tyto prvky zobrazuje.

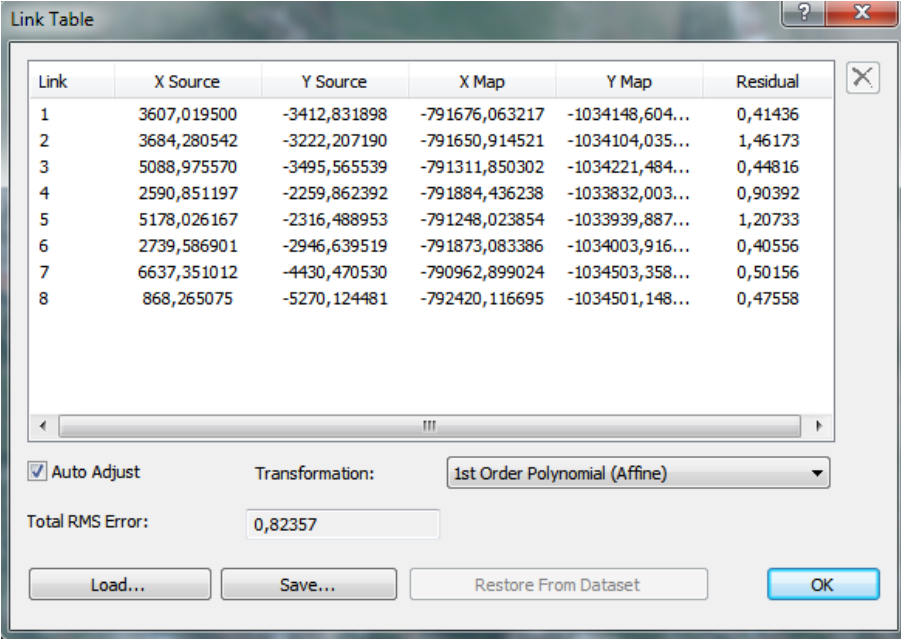
Existují celkem tři typy modelů: polyedrický (TIN), rastrový (grid) a plátový. Nejčastěji používané jsou pouze polyedrický model a rastrový model. U polyedrického modelu dochází k tzv. triangulaci, čímž vzniká nepravidelná trojúhelníková síť. Každý z trojúhelníků se skládá z tří vrcholů s určenými souřadnicemi X, Y, Z a hran, které spojují jednotlivé vrcholy. Výhodou tohoto modelu je přesnější reprezentace reliéfu, bohužel horší výsledky jsou patrné u plochých částí reliéfu (Rampant, 2006). U rastrového modelu je jeho zpracování mnohem jednodušší. Je vhodný zejména pro modelování terénu bez náhlých výškových změn. Rozměr základní buňky se totiž volí tak, aby byl zachycen nejmenší požadovaný detail reliéfu (Rampant, 2006).

Pro zpřesnění modelu terénu a zvýraznění tak některých terénních změn mohou být přidány další vrstvy. Jako například vrstva vodních toků, hřbetů či výrazných stupňů v terénu.

2.5.2 Geometrická transformace

Proces transformace polohy všech obrazových prvků jednoho souřadného systému do jiného systému se nazývá rektifikace. Jedním ze způsobů rektifikace je tzv. registrace, což je proces transformace jedné souřadné soustavy do soustavy jiného obrazového záznamu. Tato souřadná soustava nemusí být souřadnou soustavou mapového zobrazení. Registrace slouží k porovnání dvou a více obrazových záznamů. V případě, že je k zadaným datům dodána alespoň u jednoho prvku informace o absolutní poloze, jde o proces tzv. Georeferencování (to znamená, že se mění informace o poloze jednotlivých prvků, ale nemění se velikost pixelů).

Geokódování je proces transformace dat do určité kartografické projekce, kdy poloha každého pixelu obrazového záznamu je vyjádřena v systému mapových souřadnic (Štych a kol., 2008). Provádí se sběrem totožných bodů (vlíčovacích bodů) jasně identifikovatelnými jak v mapě podkladové (má již požadovaný souřadný systém) tak v obraze, který bude transformován. Pro každý bod jsou tedy dvojice souřadnic, jedny z podkladové mapy a druhé z obrazu, který bude rektifikován, jak je znázorněno na obrázku č. 3.

Obrázek č. 3: Tabulka vykazující RMS chybu při georeferencování


Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	3607,019500	-3412,831898	-791676,063217	-1034148,604...	0,41436
2	3684,280542	-3222,207190	-791650,914521	-1034104,035...	1,46173
3	5088,975570	-3495,565539	-791311,850302	-1034221,484...	0,44816
4	2590,851197	-2259,862392	-791884,436238	-1033832,003...	0,90392
5	5178,026167	-2316,488953	-791248,023854	-1033939,887...	1,20733
6	2739,586901	-2946,639519	-791873,083386	-1034003,916...	0,40556
7	6637,351012	-4430,470530	-790962,899024	-1034503,358...	0,50156
8	868,265075	-5270,124481	-792420,116695	-1034501,148...	0,47558

Zdroj: ArcGIS

Pro kontrolu správnosti umístění vlíčovacích bodů a určení jejich odchylky se používá výpočet střední kvadratické chyby (RMS). Ta se spočítá sečtením druhé mocniny všech odchylek a odmocnina tohoto součtu se pak vydělí počtem měření. Tak v sobě zahrnuje vliv směrodatné odchylky i průměrné odchylky (Štych a kol., 2008; Kolář, 2003). Po umístění minimálně 4 vlíčovacích bodů následuje převzorkování. Existují 3 metody: metoda Nearest Neighbor, Bilinear Interpolation a Cubic Convolution. U Nearest Neighbor neboli metody nejbližšího souseda se hodnota buňky převezme od nejbližšího souseda, u Bilinear Interpolation je hodnota buňky určena váženým průměrem ze čtyř nejbližších buněk a u Cubic convolution je hodnota buňky vypočtena ze šestnácti nejbližších buněk (Štych a kol., 2008).

2.5.3 Vektorizace/vektorový model

Převod rastrových map do vektorové podoby umožňuje proces vektorizace. V současnosti se nejčastěji využívá způsobu vektorizace na obrazovce („on the screen“), kdy je poloha objektů snímána přemísťováním kurzoru myši na displeji. Pro tvorbu ucelené databáze prostorových dat je zapotřebí zajistit i správné atributové údaje, které podávají informace o názvech a vlastnostech nově vytvořených objektů či vztazích mezi nimi. Nezbytné je také dodržování topologických pravidel (nedotahy, přetahy čar apod.) a závěrečná kontrola obsahové přesnosti, tj. zda nedošlo k vynechání některých objektů, jejich nesprávnému označení či umístění (Štych a kol., 2008).

Vektorový model je soubor bodů a úseček, kterými jsou popsány jednotlivé geometrické parametry – body, linie, polygony. Bod je v modelu vyjádřen jako úsečka s nulovou délkou. Linie a polygony se zobrazují složitěji, skládají z velkého množství bodů. Toto množství závisí na délce linie nebo složitosti hranice polygonu. Kódování polohy každého z bodů je určeno minimálně dvojicí, někdy i trojicí souřadnic v zadaném souřadném systému (Kolář, 2003). Pro ukládání vektorových dat se používají tyto modely: špagetový model (nespojité – neobsahuje informace o vzájemných vazbách), topologický model (spojité – vyjadřuje spojení a vazby mezi objekty) a hierarchický (propojení v hierarchické podobě).

2.5.4 Topologické překrytí – Overlay

Obecně dotazování dvou nebo více informačních vrstev se označuje jako topologické překrytí (overlay) těchto vrstev. Řeší se pomocí základních algoritmů počítačové grafiky – test bodu v polygonu, hledání dvou průsečíků, ořezávání. Výsledkem je vytvoření nové vrstvy, která nese informace z obou původních vrstev.

Pro kombinaci vstupních objektů se používají pravidla Boolovské logiky. Funkce Overlay nabízí tyto základní operace: Identity, Intersect, Union. Identity položí linie, polygony a body přes polygon vstupní vrstvy a zachová pouze vlastnosti vstupního polygonu. Intersect položí linie, polygony a body přes polygon vstupní vrstvy a zachová jen ty části vstupního polygonu, které se nachází uvnitř druhého polygonu (Intersect polygonu). Union překryje oba polygony a ponechá všechny části z obou dvou (ESRI, 2014).

Při použití těchto operací musí mít obě vrstvy polygonovou geometrii (ESRI, 2014). Tento nástroj může generovat vícedílné prvky v zadání, i když všechny vstupy byly jako jeden prvek. Při prostorovém překrývání se do výsledné atributové tabulky zapisují atributy z obou tabulek vstupních vrstev. Tím se topologické překrytí liší od prostorových dotazů, kde žádné nové vrstvy nevznikají.

V případě, že polygony nejsou polohově totožné, mohou vzniknout polygony umělé tzv. štěpiny. To jsou polygony, kterým v krajině neodpovídá žádný prvek. Jejich odstranění lze provést dvěma způsoby. Buď použitím editačních funkcí na vymazání polygonů s obsahem menším než je zadaná hodnota nebo se kolem každé hranice zkonstruuje hraniční koridor a pokud hranice z obou souboru leží uvnitř tohoto koridoru, jsou obě tyto čáry nahrazeny jednou čarou. V obou těchto případech automatického odstraňování štěpin hrozí nebezpečí odstranění i skutečných polygonů, které je potřeba v databázi ponechat (Kolář, 2003)

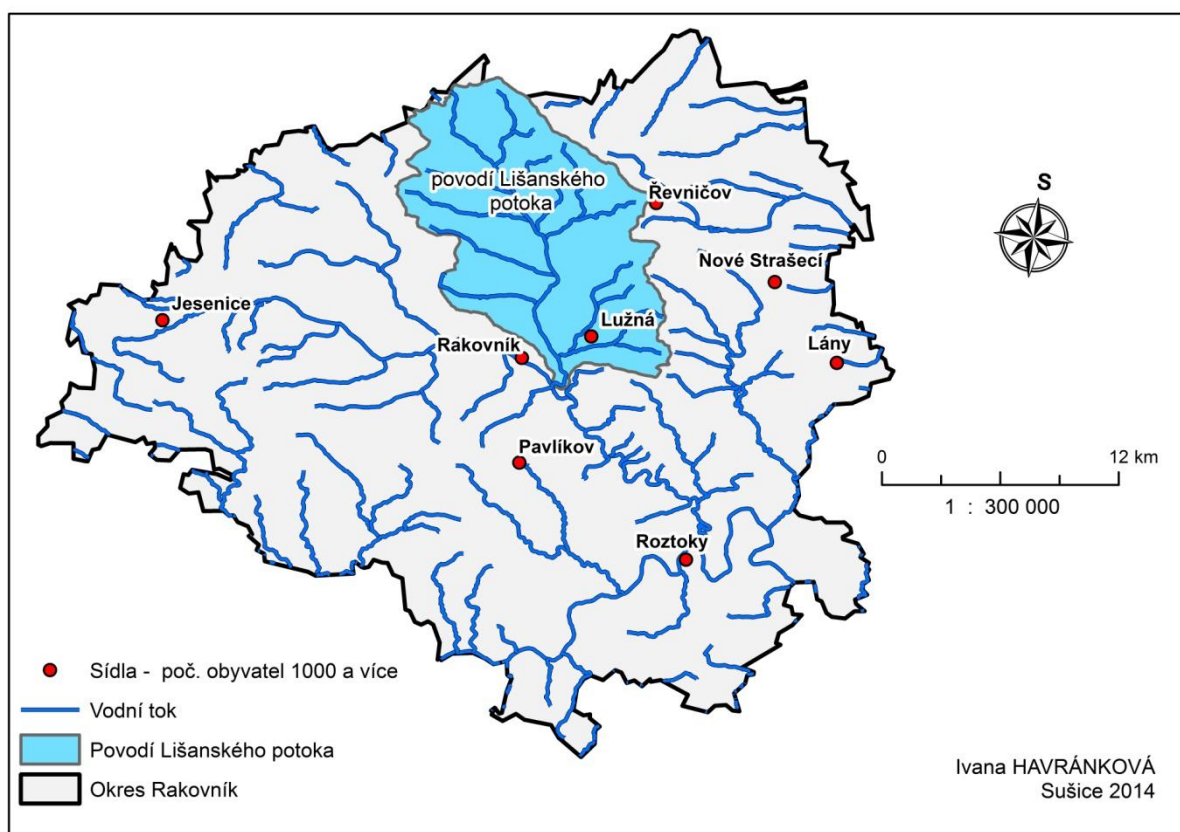
2.6 Vymezení a stručná charakteristika území zájmového povodí

Výběr zpracovávaného území povodí Lišanského potoka (viz obrázek č. 4) byl určen spoluprací s AOPK. Agentura provedla terénní průzkum na základě metodiky, která jasně udává na kterých částech toku probíhají již reaturační procesy a kde je zapotřeba investiční revitalizace na celém povodí Rakovnického potoka.

Povodí se nachází ve Středočeském kraji, na SZ od Prahy. Jedná se o vodní tok 5. třídy. Pramení v katastrálním území obce Povlčín. Ve výšce 322 m n. m. na okraji města Rakovník se jako levostranný přítok vlévá do Rakovnického potoka. Ten se pak dále vlévá do Berounky. Délka potoka je 18,8 km. Zabírá plochu o rozloze 129,4 km². Průměrný roční průtok na soutoku s Rakovnickým potokem je 0,30 m³/s.

Obrázek č. 4 vykresluje mapu Rakovnického okresu. Mapa zobrazuje obce, ve kterých žije minimálně 1000 obyvatel a více. Je zde vyznačeno zájmové povodí Lišanského potoka.

Obrázek č. 4: Mapa vymezení zájmového území



Zdroj: ArcGIS

2.6.1 Rybníky na Rakovnicku

Vzhledem k významnému množství rybníků nacházejících se ve sledovaném území, je potřeba zmínit vývoj jak snižování, tak následného zvyšování počtu a rozlohy rybníků v povodí.

S koncem 18. a počátkem 19. století přišla velká vlna rušení rybníků. Zvyšujícímu se počtu obyvatelstva v zemi bylo potřeba zajistit dostatek potravin a tak byly rušeny rybníky a na jejich místě vznikaly nová pole a louky, v zájmovém území taky chmelnice (Andreska, 1987). Snižování počtu rybníků je snadno prokazatelné na mapách I., II. a III. Vojenského mapování. Mezi I. a II. Vojenským mapováním se snížil počet rybníků na Rakovnicku z původních 108 na 81. V povodí Lišanského potoka to tak zasáhlo nejvíce území okolo Chrástánského potoka a Olešné. Na mapách III. Vojenského mapování došlo k úbytku dalších 21 rybníků, kdy nejvíce jich bylo vypuštěno v okolí Lišanského potoka. Od III. Vojenského mapování se začal trend částečně obracet. Bylo vypuštěno 9 rybníků, zato ale obnoveno 20 nových. Nejvíce jich vzniklo na Petrovickém potoce (FŽP, 2014).

Před začátkem III. vojenského mapování byl vypuštěn největší rybník (45,85 ha) na Rakovnicku Velký rybník spolu s menší částí rybníka, která se nazývala Kavan. Tento rybník vznikl spojením několika menších rybníků a byl až do roku 1524 rozšiřován. Poté byl přehrazen. V roce 1870 musel, jak už bylo řečeno, být vypuštěn. Bylo totiž zjištěno, že při hloubení v sousedících dolech dochází k zaplavování těchto dolů vlivem rybníků (Levý, 1896)

3 DATA

3.1 Vstupní data

Vstupní data pro tvorbu bakalářské práce byla shromážděna z několika různých zdrojů. Mapy II. vojenského mapování byly zapůjčeny v Archeologickém ústavu AV ČR. Tyto mapy byly již georeferencované a v rastrovém formátu. Digitalizované mapy III. vojenského mapování zapůjčila Mapová sbírka Univerzity Karlovy. Archivní ortofoto z 50. let zapůjčila katedra Kartografie a aplikované geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Mapy stabilního katastru byly zakoupeny v e-shopu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, stejně jako data ve formátu SHP z databáze ZABAGED. Jedná se konkrétně o tyto kladby listů: 12-11-25, 12-12-21, 12-13-05, 12-14-01, 12-14-02, 12-14-03, 12-13-10, 12-14-06, 12-14-07, 12-14-08, 12-14-11, 12-14-12, 12-14-13, 12-14-17, 12-14-18. Jako podklad pro DMT byly využity vrstevnice z databáze ZABAGED ve formátu DGN. Dalším důležitým zdrojem dat byla databáze DIBAVOD a z ní konkrétně vrstvy: A01 - vodní tok (CEVT), A03 - vodní tok (hrubé úseky), Stupně a jezy na toku. Z geoportal.cuzk. od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního byla vypůjčena WMS služba Ortofoto České republiky z roku 2014.

Mapy I. vojenského mapování nebyly použity vzhledem k velkým nepřesnostem v mapách. V následujících kapitolách jsou popsána historická mapová díla pokrývající území ČR.

3.3.1 Císařské otisky stabilního katastru

Mapování stabilního katastru probíhalo v letech 1824 – 1843 a to především v měřítku 1 : 2 880, poprvé zde byla definována trigonometrická síť s geodetickým základem (Langhammer, Vajskebr, 2007). Hranice katastrálních území byly převzaty z předešlého mapování, co se změnilo, byla parcelní čísla.

Císařské otisky stabilního katastru jsou kopie originálu, který byl pořízen v terénu. Na rozdíl od originálních map SK zachycují původní stav krajiny bez zákresu pozdějších změn v krajině, proto jsou vhodnější pro naskenování (geolab, 2001-2010).

Katastrální operát Stabilního katastru (včetně měřického) je uchováván a spravován v Ústředním archivu zeměměřictví a katastru v Praze.

3.1.2 II. vojenské mapování

Toto mapování probíhalo mezi lety 1836 až 1852. Jinak se nazývá také Františkovo mapování a bylo prováděno stejně jako I. vojenské mapování v měřítku 1 : 28 800 (Mikšovský, Zimová, 2006). Mapování využilo trigonometrickou síť bodů, která vznikla již dříve pro potřeby stabilního katastru, z něž byly odvozeny katastrální mapy. Jejich zmenšeniny tvoří grafický podklad II. vojenského mapování. Obsah mapy je v podstatě totožný s I. vojenským mapováním, jen zde byly přidány výšky trigonometrických bodů (Geolab, 2001-2010). Mapa vznikala v době, kdy docházelo k intenzivním změnám v krajině vlivem rozvoje zemědělství. Obsahuje proto změny struktury krajiny.

Mapy II. vojenského mapování obsahují kvalitní podklad, který je možný po řádných úpravách využít pro potřeby GIS analýzy (Langhammer, Vajskebr, 2007).

3.1.3 III. vojenské mapování

Protože mapy vzniklé II. vojenským mapováním již nevyhovovaly požadavkům armády rakouské monarchie, rozhodlo rakouské ministerstvo války o novém mapování, pro které byl použit stejný podklad jako u předchozího mapování, a to katastrální mapy (Geolab, 2001-2010). Nově mapy obsahovaly vrstevnice a kóty. Mapování probíhalo mezi lety 1876 a 1880 a výsledné mapy byly v měřítku 1 : 25 000 nebo ve vojensky důležitých oblastech a městech v měřítku 1 : 12 500 (Mikšovský, Zimová, 2006). Mapováním v měřítku 1 : 25 000 byly vytvořeny topografické sekce, které tvoří podklad pro mapu 1 : 75 000, ta měla svou zobrazovací soustavu. Skládala se z lichoběžníkových ploch, které byly od sebe odděleny čarami zeměpisných souřadnic.

Langhammer a Vajskebr (2007) tvrdí: „ z kartografického hlediska představují mapy III. vojenského mapování velice kvalitní podklad pro následné georeferencování, přesnou digitalizaci a analýzu jimi zachycených krajinných prvků“.

3.1.4 Databáze ZABAGED

Je digitální geografický model území České republiky. Svou přesností a podrobností zobrazení geografické reality odpovídá přesnosti a podrobnosti Základní mapy ČR v měřítku 1:10 000. Prvotní naplnění této databáze zahájil Zeměměřický úřad v roce 1995. Databáze obsahuje informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci, povrchu a prvcích terénního reliéfu, dále také výškopis reprezentovaný prostorovým 3D souborem vrstevnic (ČÚZK, 2013).

3.1.5 Vrstevnice ZABAGED pro tvorbu DMT

Vstupními daty pro vytvoření digitálního modelu terénu jsou vrstevnice z databáze ZABAGED. Tyto vrstevnice jsou ve formátu DGN v základním intervalu 2 metry. Pro zkoumané území bylo potřeba 15 mapových listů.

3.1.6 Databáze DIBAVOD

Je to **referenční geografická databáze** vytvořená primárně z odpovídajících vrstev ZABAGED a cílově určená pro tvorbu tématických kartografických výstupů s vodohospodářskou tematikou a tematikou ochrany vod pro Základní mapu ČR 1:10 000, 1: 50 000 a také Mapu záplavových území ČR 1:10 000. Produkt je spravovaný a vyvíjený na Oddělení geografických informačních systémů a kartografie VÚV T. G. Masaryka (VÚV TGM, 2013).

3.1.7 Ortofoto České republiky

Představuje se jako pravidelně opakující se aktualizace **sad barevných ortofot v rozměrech a kladu mapových listů Státní mapy 1 : 5 000** (2 x 2,5 km).

Na ortofotu je fotografický obraz zemského povrchu překreslený tak, aby byly odstraněny posuny obrazu, které vznikají při pořizování leteckého snímku. V rámci jednotlivých pásem zobrazují stav území ke stejnému roku. Přičemž roku 2008 bylo Ortofoto ČR vytvářeno s velikostí pixelu jen 0,5 m a od roku 2009 je vytvářeno s velikostí pixelu 0,25 m. Po roce 2010 se začalo snímkování provádět digitální kamerou, což znamená ještě větší přesnost. Pro naše účely bylo využito ortofoto z roku 2013.

3.2 Použitý software

V dnešní době je na trhu hned několik GIS softwarů. Některé z nich jsou volně stažitelné (ArcGIS Explorer nebo QUANTUM GIS). Další možností volně přístupného geoinformačního softwaru je online verze ArcGISu, která je volně přístupná kdekoliv po internetu. Její funkce jsou však oproti softwarům s vysokými pořizovacími náklady značně omezené.

Pro účely této práce byl využit komerční program ArcGIS verze 10. od americké firmy ESRI. Program je produktem americké firmy ESRI, která sídlí v Californii v Redlands (ESRI, 2014) Kompletní softwarová GIS platforma obsahuje: profesionální desktop GIS pro tvorbu, editaci, správu, analýzu a

vizualizaci geografických informací, geografickou databázi pro uložení a správu všech geografických objektů, webové prostředí GIS serveru pro distribuovanou správu, analýzu, sdílení a využití geografických informací. Dále také sadu softwarových komponentů pro vytvoření jakékoli aplikace GIS a začlenění těchto aplikací do různých prostředí a technologií, řešení pro mobilní aplikace umožňující využít GIS v terénu, otevřenou architekturu založenou na standardech, a také možnost využívat síť snímacích zařízení zaznamenávajících informace v časové řadě (arcdata, 2014).

4 METODIKA

4.1 Metodika pro terénní průzkum od AOPK

Daná metodiky byla zapůjčena AOPK, konkrétně od Ing. Petry Královcové a slouží jako podklad pro vlastní metodiku této bakalářské práce.

Udává podmínky, jak rozdělit vodní toky na ty, kde již probíhají renaturační procesy a ty, kde je potřeba finanční revitalizace. V příloze č. 1 se nachází tabulka, ve které jsou pravidla aplikována na vybraná sledovaná území Lišanského potoka. Metodika je rozdělena do čtyř částí:

A. Úsek vodního toku ve volné krajině, vyžadující intenzivnější revitalizační opatření, převážně investičního charakteru.

- technické opevnění odolávající rozpadu (zejm. kamenná dlažba, polovegetační tvárnice, jiné typy betonových opevnění – ve volné krajině jsou tyto typy opevnění výrazně méně akceptovatelné, než v zastavěných územích a v jejich blízkosti)
- technické opevnění dna koryta (v situacích kdy například v zástavbě by technické opevnění břehů bylo možné akceptovat)
- technické opevnění bude i po rozpadu představovat cizorodý prvek, který bude nutné z koryta odstranit
- koryto je výrazně hlubší, než by odpovídalo přirozeným morfologickým tvarům
- přítomnost příčných objektů (stupně, jezy), nevhodně řešených propustků apod., vytvářejících překážky v migraci vodních živočichů
- koryto je tak sklonité nebo proudné, že nejeví tendenci k překrytí opevnění splaveninami
- sklon koryta se jeví jako rizikový z hlediska tendence k dalšímu zahlubování
- v daném úseku je třeba v krátkém časovém horizontu dosáhnout významných revitalizačních efektů vzhledem k přednostním zájmům protipovodňové ochrany
- charakter ploch v okolí vodního toku (zejména zástavba) omezuje možnosti rozvoje renaturačních procesů – zlepšení stavu je možné pouze cestou revitalizace, byť třeba kompromisně pojaté, nikoliv přírodně autentické
- revitalizaci lze provést poměrně snadno a s hodnotnými výsledky (např. jsou k dispozici vhodné pozemky, v evidenci pozemků)

B. Úsek vodního toku ve volné krajině s využitím samovolných renaturačních procesů a celkově ekologicky zaměřeným prováděním správy

- technické opevnění se příhodně rozpadá a proměňuje v přírodě blízký materiál koryta
- koryto je částečně modifikováno technickou úpravou, ale tato úprava není zcela důsledná, takže neznemožňuje další příznivý vývoj koryta a v evidenci správce vodního toku není tato úprava evidována jako investiční majetek
- trasa koryta je sice napřímená a břehy částečně opevněné (s dlouhodobější perspektivou rozpadu opevnění), dno koryta se však již vyvinulo do přírodě blízkého stavu
- ke zpřírodnění někdejší technické úpravy koryta přispěl růst dřevin, které by nebylo vhodné odstraňovat revitalizačním zásahem
- koryto jeví sklon k zanášení (včetně úseků s malým podélným sklonem, v nichž technické opevnění setrvává v korytě, ale je překryto usazeninami)
- koryto jeví sklon k příznivému vývoji vymíláním do stran a tento vývoj je vzhledem k charakteru navazujících pozemků možný oproti minulosti
- významných zlepšení stavu lze dosáhnout méně náročnými opatřeními, například nepravidelnými kamennými záhozy nebo figurami z dřevní hmoty, vloženými do stávajícího koryta

C. Úsek vodního toku v zastavěném území nebo s přímým vlivem na zástavbu, vyžadující provedení přírodě blízkých protipovodňových opatření

- jedná se o úsek vodního toku, jehož MES byl v minulosti poškozen technickými úpravami a výstavbou nevhodných příčných objektů
- charakteristickým znakem vodního toku v zastavěném území bývá výrazné zúžení povodňového průtočného perimetru, přitom tento zúžený perimetr musí zajišťovat velkou průtočnost, potřebnou pro přiměřenou ochranu zástavby

* Zlepšení MES vodního toku v těchto podmínkách obvykle nelze spojit s důslednější obnovou přírodně autentického stavu úseku, naopak bývá podřízeno potřebě udržení nebo zvětšení povodňové průtočné kapacity. Zpravidla nelze opomíjet požadavky stability koryta, tedy samovolný vývoj koryta nelze připouštět nebo jej lze připouštět jenom v omezené míře. Revitalizační řešení pak nese specifické znaky, které je odlišují od obvyklé revitalizace ve volné krajině, odpovídající kategorii A.

D. Lokální revitalizační opatření, zpravidla odstranění nebo zprůchodnění překážky v migraci vodních živočichů

Zpravidla je navrhováno opatření:

- odstranění nevhodného objektu, vytvářejícího migrační, případně též povodňovou překážku, poškozujícího MES vodního toku zavzduťím atp.
- nahrazení objektu tohoto druhu objektem méně problémovým, zpravidla nižším, přírodě bližšího charakteru, zprůchodnění migrační překážky výstavbou rybího přechodu

4.2 Výběr metodiky terénního průzkumu aplikovatelné do GIS

Nejdříve bylo třeba určit, které znaky renaturačních procesů z metodiky AOPK lze aplikovat v GIS a určit vhodná vstupní data. Metodika aplikovaná v terénním průzkumu obsahuje několik parametrů, které nám umožňují odlišit toky, kde již započaly renaturační procesy od toků, kde je potřeba investiční revitalizace. Ne všechny tyto parametry lze aplikovat do GIS, z důvodu neexistujících vhodných dat.

Ze všech 21 parametrů byly do GIS aplikovatelné pouze některé.

U první části metodiky AOPK, dle které je potřeba využít intenzivnější revitalizační opatření, byly použitelné tyto parametry:

1. přítomnost příčných objektů (stupně, jezy), nevhodně řešených propustků apod., vytvářejících překážky v migraci vodních živočichů
 - přítomnost příčných objektů lze v GIS zjistit z databáze DIBAVOD, která obsahuje vrstvu Stupně a jezy na toku
2. sklon koryta se jeví jako rizikový z hlediska tendence k dalšímu zahlubování
 - sklon koryta je možné určit na základě DMT, kdy dle určení nadmořské výšky v horní části toku a nadmořské výšky v dolní části toku můžeme snadno vypočítat sklon koryta
3. charakter ploch v okolí vodního toku (zejména zástavba či výšková členitost) omezuje možnosti rozvoje renaturačních procesů – zlepšení stavu je možné pouze cestou revitalizace, byť třeba kompromisně pojaté, nikoliv přírodně autentické
 - tento parametr jsem se rozhodla aplikovat do GIS na základě vytvoření digitálního výškového modelu a následného určení největší sklonitosti

U druhé části metodiky AOPK, která se týká úseku vodního toku ve volné krajině, který využívá samovolných renaturačních procesů, byli aplikovatelné tyto parametry:

4. trasa koryta je sice napřímená a břehy částečně opevněné (s dlouhodobější perspektivou rozpadu opevnění), dno koryta se však již vyvinulo do přírodě blízkého stavu

- jestli začal tok, který byl původně napřímen opět v krajině meandrovat zjistíme analýzou délek toku z historického mapování v porovnání se současnými snímky území – pokud dojde k prodloužení celkové délky toku, má tok snahy opět meandrovat
- 5. ke zpřírodnění někdejší technické úpravy koryta přispěl růst dřevin, které by nebylo vhodné odstraňovat revitalizačním zásahem
 - lze aplikovat do GIS tak, že lze na základě funkce Overlay, kdy překryjeme zvektorizované vrstvy historického mapování a současných snímků území a zjistíme zda došlo ke změnám růstu dřevin (viz. samostatná kapitola Overlay)
- 6. koryto jeví sklon k příznivému vývoji vymíláním do stran a tento vývoj je vzhledem k charakteru navazujících pozemků možný oproti minulosti
 - lze aplikovat do GIS tak, že porovnáme aktuální stav pozemků s historickým mapováním a zjistíme tak jaké pozemky se dříve nacházely v okolí toku a jaké tam nalezneme dnes – pastviny, louky, lesy byly po konzultaci s odborníky z AOPK určeny jako příznivé k vymílání toku do stran

U třetí části metodiky byl použit parametr týkající se intravilánu. Ten lze v GIS vymezit na základě datových souborů z databáze ZABAGED.

4.3 Tvorba DMT a sklonitosti terénu

Pro hodnocení sklonitosti v zájmovém území je nutné vytvoření digitálního modelu terénu. Z DMT bude následovně určena sklonitost užitím funkce Slope.

Digitální model terénu vykresluje prostorový geometrický popis reliéfu terénu. Umožňuje vytvořit si přehled o zájmovém území. Dále ho pak vizualizovat a analyzovat. Na rozdíl od digitálního modelu povrchu nevykresluje tento model vegetaci a budovy. Je zobrazován v pixelech (v pravidelné mřížce).

Jako vstupní data pro tvorbu DMT posloužily vrstevnice ve formátu DGN po 2 metrech získané z databáze ZABAGED. Pro pokrytí sledovaného území povodí Lišanského potoka bylo potřeba vybrat 15 mapových listů obsahujících vrstevnice. Tyto mapové listy byly nejprve sloučeny nástrojem Merge a následně oříznuté nástrojem Clip z ArcToolboxu dle zájmového území povodí Lišanského potoka. Následovně byl funkcí Topo To Raster vytvořen DMT. Jako Input Feature data byly vloženy vrstevnice, velikost buňky byla nastavena na 5 x 5 metrů, vzhledem k velikosti území.

Z nově vzniklého rastru bylo potřeba selektovat místa s nejvyšší sklonitostí svahu. K vytvoření nového rastru sklonitostí byla použita funkce Slope. Sklonitost se počítá na základě goniometrických funkcí jako relativní změna výšky na jednotku délky ve směru spádových křivek (spádníc). Výstupní

raster udává hodnoty sklonitostí ve stupních. Dále byl tento výstup reklasifikován do vhodných kategorií, aby byla jasně určitelná místa s největší sklonitostí. Po dohodě s odborníky z AOPK byla jako významná sklonitost určena 20°. Při reklasifikaci sklonitosti nižší než 20° byla přidělena hodnota 0 a sklonitosti vyšší než 20° zase hodnota 1. Z nově vzniklého rasteru jsou tak jasně určitelná místa se sklonitostí 20° a více. Tato výstupní vrstva byla dále použita k vymezení pásu přilehlých pozemků okolo vodního toku, které byly později ručně vektorizovány.

4.4 Geometrická transformace

Pro níže uvedenou vektorizaci dat je nutné nejprve mapy historického mapování transformovat do jednotného souřadného systému, aby podkladové vrstvy pro vektorizaci byly totožné. Touto transformací budou polohovým datům přiřazeny mapové souřadnice. Následně budou moci být tyto údaje v různých datových souborech porovnávány.

Samotný proces geometrické transformace probíhal následovně: nejprve bylo důležité zvolit vhodnou podkladovou vrstvu s vhodným zadaným souřadnicovým systémem. V mém případě bylo využito ortofoto ČR získané jako WMS služba z geoportal.cuzk.cz. Dále byl načten mapový list III. vojenského mapování a v Customize - Toolbars byl zapnut nástroj Georeferencing. Následovně byl mapový list III. vojenského mapování přiblížen a zvolen jasně identifikovatelný prvek obrazu, tzv. vlíčovací bod. Nejčastěji určované prvky mapy byly: křížení významných komunikací, mosty nebo jiné snadno identifikovatelné objekty. Budovy byly jako vlíčovací body využity jen zřídka vzhledem k nízké rozloze zástavby na mapových listech. Totožný bod byl označen také na ortofotu ČR (vrstva s již zadanými souřadnicemi). Stejným způsobem bylo vloženo hned několik vlíčovacích bodů, u mapového listu III. vojenského mapování bylo vloženo 15 vlíčovacích bodů a u mapových listů stabilního katastru bylo vzhledem k velkému měřítku vloženo 5 – 8 vlíčovacích bodů. Přesnost sběru vlíčovacích bodů byla kontrolována střední kvadratickou chybou, která je znázorněna na obrázku č. 4. U Císařských otisků Stabilního katastru se pohybovala v rozmezí od 0,8 m do 7 m a u map III. vojenského mapování byla odchylka 11 m. S ohledem na přesnost geodetických podkladů starších map jsou dosažené výsledky pro potřeby této práce zcela dostačující. Všechny tyto mapové výstupy byly transformovány do souřadného systému S-JTSK. Pro dokončení procesu rektifikace byla provedena transformace pomocí transformační rovnice 1. stupně, jelikož se jedná o jednoduchý polynom. Pro převzorkování byla využita metoda Nearest Neighbor. Tato se ukázala jako nejvhodnější (u zbylých metod byl výstup rozostřený a nečitelný).

Výstupy map III. vojenského mapování a map stabilního katastru byly uloženy do předem vytvořeného Raster datasetu. Aby mohly být výstupy map stabilního katastru takto uloženy, musely

být nejprve spojeny tzv. mozaikovaním. Do Raster datasetu lze totiž uložit pouze jeden rastrový soubor. To nebyl problém u map III. vojenského mapování, u kterých byl rektifikován pouze jeden mapový list, avšak u map stabilního katastru bylo rektifikováno hned několik mapových listů.

4.5 Vektorizace

Pro získání dat pro hodnocení prostorových analýz bylo potřeba nejprve výše georeferencovaná data převést z rastrového do vektorového formátu. K převodu dat z rastrových na vektorové dochází procesem vektorizace. Vektorový model využívá k zobrazení geometrických dat tří typů geometrických tvarů. Bod je vyjádřen tečkou, čára je vyjádřena linií, která se skládá z několika bodů a nebo obdobně vytvořená uzavřená čára neboli polygon (Kolář, 2003).

4.5.1 Vektorizace toků

Pro porovnání délek toků v několika časových obdobích bylo nutné vektorizovat vodní toky z podkladových rastrových map. Před začátkem samotné vektorizace byl nastaven Snapping (přichytávání vrstev). Byl vytvořen nový Feature Class umístěný do geodatabáze s názvem havrankovaBP. První Feature Class byl nazván stabilni_katastr, druhý voj_map_2, třetí voj_map_3 a čtvrtý ortofoto_50. U každého z těchto Feature Class byl jako typ nastavena linie, jako souřadnicový systém bylo nastaveno S-JTSK Krovak East North. Do atributů kromě polí *OBJECTID*, *Shape* a *Shape length* byla doplněna dvě nová textová pole: *Název* a *Značení AOPK* (do tohoto pole byly doplňovány kódy jednotlivých toků, které určila AOPK). V další fázi byla provedena vektorizace. Nejprve bylo potřeba zapnout editaci a pak už bylo možné v nově vytvořených vrstvách vektorizovat podkladové mapy v rastrovém formátu.

Rozdělení toků na jednotlivé linie bylo totožné s rozdělením AOPK. Agentura rozdělila vybrané toky povodí Lišanského potoka do 18-ti úseků. Obvykle tyto úseky reprezentují jednotlivé přítoky, v několika případech je ale přítok rozdělen ještě na několik částí (důvodem rozdělení je, že tok je v jedné části definován jako renaturační a v druhé revitalizační, nebo v průběhu terénního průzkumu nebylo možné zmapovat celý tok a proto je rozdělen na více částí). V průběhu vektorizace došlo u některých toků k nečitelnosti podkladu, který byl buď vybledlý nebo byl tok překryt názvy obcí, kvůli tomu nemohl být tok vektorizován. Konkrétně nastal tento problém u map II. vojenského mapování u jednoho z úseků Krušovického potoka a potom také v III. vojenském mapování nebyl zaznamenán Borský potok. U ortofota z 50. let nebylo možné identifikovat, stejně jako u II. voj.

mapování, část úseku Krušovického potoka. Obrázek č. 5 zobrazuje mapu jednotlivých vektorizovaných toků II. a III. vojenského mapování, ortofota ČR z 50. let a toky z databáze DIBAVOD.

Obrázek č. 5 : Mapa vektorizovaných toků v jednotlivých historických obdobích



Zdroj podkladových dat: Ortofoto s rozlišením 0,25 m z geoportal.cuzk.cz

4.5.2 Vektorizace land use přilehlých pozemků na mapách stabilního katastru

Se stejným nastavením parametrů byl také vektorizován land use na přilehlých pozemcích samotného Lišanského potoka. Jen do atributů bylo vloženo nové textové pole nazvané *land use*. Pás vymezení pozemků by mohl být určen na základě vymezení záplavové zóny 20-ti leté povodně, která odpovídá tzv. **aktivní zóně**, což je území v zastavěných částech obcí a v místech určených k zástavbě podle územních plánů, kterým při povodni protéká rozhodující část celkového průtoku a kde je bezprostředně ohrožován život, zdraví a majetek lidí (AOPK, 2014). Vzhledem k nízkým průtokům na tocích povodí Lišanského potoka nebylo možné získat pás vymezení 20-ti leté povodně, jelikož tyto data pro tak malé toky neexistují ve veřejně dostupné formě. Po domluvě s AOPK byl tento pás vymezen na základě vytvoření Buffer 200m, ze kterého byly vyselektovány oblasti se sklonitostí více jak 20°. Buffer 200m od toku byl určen jako nejvyšší rozpětí aktivní zóny podél toku vyššího řádu (Rakovnického potoka). Vzhledem k nižším průtokům na toku Lišanského potoka, zde nemůže být aktivní zóna vyšší než aktivní zóna Rakovnického potoka, který je nižšího řádu.

Land use byl vektorizován z podkladových vrstev stabilního katastru. Vektorizace krajinného pokryvu byla rozdělena dle legendy map stabilního katastru do devíti kategorií: orná půda; lesy; louky; pastviny, které zahrnovali polní cesty nebo příkopy u cest; zahrady; zástavba; cesty; vodní plocha a vodní toky; ostatní. Tyto kategorie byly určeny dle studie „Analýza krajinných složek na mapách stabilního katastru“ od autorů: Brůna, Křováková, Nedbal (2004). Budovy jsou v této studii rozděleny na dřevěné a kamenné, pro naše potřeby nebylo potřeba budovy takto diferencovat, proto byly sloučeny do jedné vrstvy. Nově byla vytvořena pouze kategorie ostatní, která obsahuje složky, které nebylo možné identifikovat.

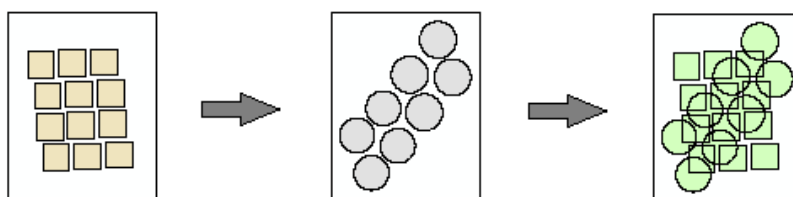
4.5.3 Vektorizace křovin a lesů ortofota ČR

Se stejným nastavením parametrů jako u předešlé vektorizace vodních toků a land use přilehlých pozemků toku, byly vektorizovány křoviny a lesy na základě rastrového podkladu ortofota ČR s poslední aktualizací v roce 2013. Při samotné vektorizaci byla využita vrstva A01 - vodní tok (CEVT) z DIBAVOD, jako pomocná při orientaci na ortofotu. Nejvíce přínosná byla tato vrstva v místech, kde nebylo na ortofotu identifikovatelné přesné umístění toku. Vektorizace stejně jako u land use byla prováděna pouze na vymezeném území přilehlých pozemků Lišanského potoka.

4.6 Překryv = Overlay

Pro účely zjištění změn překryvu land use mezi lety 1843 a 2009 byla využita operace Union, která se ukázala jako nejvhodnější pro zjištění výsledků. Stejně tak i k porovnání nárůstu křovinaté a stromové vegetace mezi lety 1843 a 2013 byla použita funkce Union, jejíž fungování je zobrazeno na obrázku č. 6

Obrázek č. 6 : Funkce Overlay – operace Union



Zdroj: www.resources.esri.com

4.6.1 Kategorie land use určené AOPK

Složky pokryvu byly původně rozděleny do devíti kategorií: lesy, louky, ostatní, pastviny, vodní plocha, zahrady, zástavba, orná půda a cesty. Toto rozdělení bylo provedeno na základě legendy stabilního katastru. Databáze ZABAGED byla zvolena jako druhá vrstva k porovnání. Jelikož databáze ZABAGED dělí krajinu dle kategorií land cover bylo potřeba tyto vrstvy sloučit tak abychom získali srovnatelnou škálu se kterou bychom mohli dále pracovat. Po domluvě s odborníky z AOPK byly vytvořeny čtyři kategorie, které jsou důležité pro rozlišení vhodnosti pozemků pro renaturační či revitalizační procesy na toku. 1. kategorie obsahuje vrstvy lesy, louky a pastviny. Pozemky vyskytující se v této kategorii byly v atributové tabulce označeny jako vhodné pro renaturace. 2. kategorie zahrnuje vrstvy zástavba, zahrada, cesty. Tato kategorie byla označena v atributové tabulce jako nevhodná pro renaturační procesy, vzhledem k nutné ochraně lidského obydlí a přilehlých pozemků. 3. kategorie obsahuje vrstvy orná půda a ostatní (zahrnuje chmelnice). Tyto dvě složky krajiny jsou zemědělsky využívány člověkem, proto byly označeny jako nevhodné pro renaturaci. 4. kategorie obsahuje vodní toky a vodní plochy, které jsou pro renaturaci vhodné.

Vzhledem k tomu, že funkce Overlay – Union akceptuje pouze shapefiley s polygonovou geometrií, bylo potřeba upravit liniový shapefile cesty z databáze ZABAGED na polygony. Pro účely této práce by bylo zdlouhavé ručně vektorizovat všechny cesty vyskytující se v zájmovém území, proto byl na ukázkou zvolen jednodušší postup s přesností dostačující k získání reprezentativních výsledků. Před samotným převedením cest z linie na polygon bylo potřeba vytvořit buffer okolo linie dané kategorie cesty. Tím vzniklo několik polygonových bufferů odpovídajících šířkou jednotlivým kategoriím cest (dálnice, rychlostní silnice, silnice 1. třídy, silnice 2. třídy, silnice 3. třídy). Šířka jednotlivých cest byla zjištěna ze serveru: www.dalnice-silnice.cz. Funkcí Erase tyto polygony cest vyřízli území do jednotlivých krajinných plošek. Obě tyto vrstvy byly následně spojeny funkcí Merge.

Změny překryvu využití krajiny byly získány z vrstvy, která vznikla jako výstup funkce v GIS Overlay – Union. Do té byly vloženy dvě vstupní vektorové vrstvy: upravená vrstva krajinného pokryvu z databáze ZABAGED a Stabilního katastru, která byla již dříve ručně vektorizována. Jednotlivé změny v pokryvu byly zjištěny díky Select By Attributes.

4.6.2 Lesy a křoviny

Po domluvě s odborníky z AOPK byly vybrány jako nejvhodnější vstupní vrstvy pro určení změn nárůstu nebo úbytku křovin a lesů na pozemcích v blízkosti Lišanského potoka tyto vrstvy: vrstva lesy a křoviny z vektorizovaných map Stabilního katastru a vrstva, která vznikla vektorizací aktuálního ortofota ČR z roku 2013.

Po zpracování těchto dvou vrstev funkcí Overlay – Union vznikla nová výstupní vrstva, která zachovala oblasti z obou polygonových vrstev, došlo tak ke sjednocení těchto vrstev. Na základě atributové tabulky lze výběrem Select By Attribute snadno určit změny, ke kterým došlo mezi jednotlivými roky.

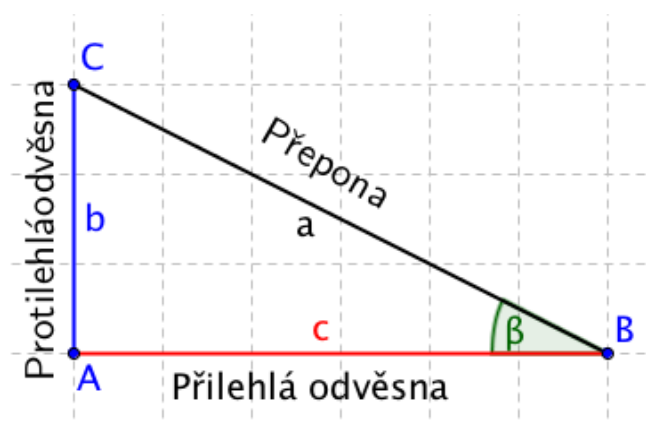
4.7 Výpočet sklonitostí jednotlivých úseků toku

Pro určení sklonitostí jednotlivých úseků vodních toků v povodí Lišanského potoka bylo nutné tyto sklonitosti vypočítat na základě jednoduché rovnice. Hodnoty pro výpočet rovnice byly v GIS zjištěny následujícím způsobem.

Hodnoty pro výpočet jednoduché goniometrické funkce sinus, jsme určili na základě zjištění nadmořské výšky z DMT v počátečních a koncových bodech toku. Tyto body reprezentují počátky a konce jednotlivých vektorizovaných linií toků dle rozdělení AOPK. Tyto body byly automaticky vygenerovány funkcí Feature vertices to points, kde jako point type byl zvolen Both_ends. Abychom zjistili nadmořskou výšku těchto bodů, použili jsme funkci Extract values to point, která z rastrového podkladu DMT přiřadila každému z bodů přesnou nadmořskou výšku.

Jak již bylo řečeno, pro vypočtení sklonitostí jednotlivých úseků byla využita jednoduchá goniometrická funkce sinus $\beta = \text{protilehlá} / \text{přeponě}$ jak je zobrazeno na obrázku č. 7.

Obrázek č. 7: Grafické vyjádření goniometrické funkce sinus



Zdroj: www.matematika.cz/goniometrie

Velikost protilehlé strany se rovná rozdílu nadmořské výšky počátečního (u pramene toku) a koncového bodu (obvykle ústí do toku vyššího řádu). Délka přepony byla odvozena od délek toků z vrstvy vodních toků databáze DIBAVOD. Z těchto dvou hodnot byl vypočten úhel beta, který reprezentuje velikost hodnoty sklonitosti ve stupních.

5 VÝSLEDKY

5.1 Interpretace starých map pro analýzu změn délek toků

Před tím než došlo k interpretaci vodních toků v daných mapách, bylo potřeba důkladné nastudování legendy. Jelikož mapy II. i III. vojenského mapování jsou už dosti staré, bylo v několika případech těžko rozpoznatelné kde vodní tok opravdu vede, což dokazuje obrázek č. 8. V některých částech mapy došlo k vyblednutí nebo jinému poničení zákresu. Dalším problémem, který stěžoval interpretaci mapy, bylo překrytí toků popisnými názvy (nejčastěji názvy obcí) nebo nejasná rozlišitelnost znaku vodního toku od silnice.

Císařské otisky stabilního katastru se ukázaly jako velmi vhodné pro vektorizaci vzhledem k velkému měřítku a vynikající rozlišitelnosti jednotlivých plošek v mapě. Díky již zmíněnému velkému měřítku by bylo časově náročné georeferencovat všechny potřebné mapové listy, proto byly pro ukázkou práce georeferencovány pouze mapové listy zahrnující samotný Lišanský potok bez přítoků.

Obrázek č. 8: Znázornění zobrazení vodního toku na mapách II. a III. vojenského mapování



Zdroj: oldmaps.geolab.cz

5.2 Analýza hodnocení změn délek vodních toků

Na délce vodních toků bylo hodnoceno jejich zkracování či prodlužování v posledních 163 letech. Celkem bylo hodnoceno 12 potoků o celkové délce přibližně 60 km. Z toho Lišanský potok je 5. řádu a ostatní toky, které se do něj vlévají jsou 6. a 7. řádu. Toky byly rozděleny do 18 úseků (totožných s rozdělením toků dle AOPK), z toho byly vyloučeny 2 úseky, které nebylo možné vektorizovat, jak již bylo popsáno v metodické části práce. Výsledné délky jednotlivých vodních toků jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Císařské otisky stabilního katastru nebyly zahrnuty do srovnání. Byly zpracovány především pro analýzu změn krajinného pokryvu přilehlé říční nivy. Z vybraných toků na území pokrytém mapami stabilního katastru se nacházel celou svou délkou pouze Lišanský potok od pramene k ústí do Rakovnického potoka, jehož délka je zde pro srovnání také uvedena.

Tabulka č. 1: Délky vybraných toků v jednotlivých historických obdobích

(délky jsou udány v metrech)

název toku	značení AOPK	typ úpravy	stabilní katastr	II. vojenské mapování	III.vojenské mapování	ortofoto 50. let	DIBAVOD
Krušovický p.	rp32	renaturace	-	1087,6	1063,7	1087,1	1101,1
*Krušovický p.	rp32	renaturace	-	-	1427,6	-	1625,2
Červený p.	rp31	renaturace	-	4222,4	4191,9	4050,3	4084,3
Krupský p.	rp28	renaturace	-	3534,6	3483,1	3561,6	3562,1
Od Kounova	rp27	renaturace	-	1418,1	1394,4	1460,3	1420,4
Kounovský p.	rp27	renaturace	-	3859,5	3862,7	3710,1	3658,9
*Borský p.	rp26	renaturace	-	2155,4	-	2222,8	2165,1
Chrástánský p.	rp23	renaturace	-	2874,1	2789,5	2879,8	2897,4
Novodvorský p.	rp22	renaturace	-	6878,3	6861,7	6806,1	6881,3
Nesuchyňský p.	rp21	renaturace	-	3555,3	3470,7	3458,1	3240,9
Lišanský p.	rp19	renaturace	9058,9	9093,5	9193,8	9153,7	9031,9
Od Kříže	rp33	revitalizace	-	2811,2	2791,9	2768,3	2774,1
Čistý p.	rp33	revitalizace	-	4515,2	4549,9	4542,5	4581,7
Červený p.	rp30	revitalizace	-	705,1	632,5	774,9	782,7
Červený p.	rp29	revitalizace	-	2094,5	2128,3	2212,4	2216,4
Olešná	rp25	revitalizace	-	3258,2	3297,9	3224,9	3278,6
Chrástánský p.	rp24	revitalizace	-	1245,2	1225,2	1237,3	1219,1
Lišanský p.	rp20	revitalizace	9631,1	9306,9	9393,1	9399,2	9294,2
celkem			18690	62615,1	61757,9	62549,4	63815,4
celkem (pro srovnání)*¹			-	60459,7	60330,3	60326,6	60025,1

*¹ celkem (pro srovnání) zahrnuje pouze toky, u kterých známe délku ve všech třech historických obdobích (II. a III. vojenské mapování, ortofoto z 50. let, databáze DIBAVOD)

* červeně zvýrazněné toky nebyly zahrnuty do analýzy změn délek toků celého povodí. Důvodem jsou chybějící data v některém ze sledovaných historických období

Před samotným zhodnocením analýzy výstupních dat, bylo potřeba se zamyslet nad užitím opravných koeficientů. Langhammer a Vajskebr (2007) ve svém díle „Využití GIS pro analýzu zkrácení říční sítě na základě historických mapových podkladů“ doporučuje užití opravných koeficientů. Zároveň ale také sami uvádějí, že „*užití koeficientů je problematické, protože dochází k nevýběrovému zkreslení délek všech toků, tzn. jsou změněny i délky, které mohou být reprezentativní*“ (Langhammer, Vajskebr, 2007). Navíc tito autoři zavedli koeficienty na výzkumu vodních toků s daleko většími průtoky a délkami, než v případě toků dané bakalářské práce. Proto bylo rozhodnuto neaplikovat koeficienty na výsledné hodnoty.

Z tabulky č. 1 je jasně vidět, že zkoumané toky za posledních 163 let zkrátily svou délku o pouhých 434 m, tj. o 0,7 % ze své původní délky. Mezi II. a III. vojenským mapováním došlo ke zkrácení o 129 m. Z jednotlivých toků je toto zkrácení nejvíce patrné na potoku Chrástánském, Nesuchyňském a Červeném. Naopak k nejvýraznějšímu prodloužení došlo na Lišanském potoku a to na úseku rp19 a rp20 dohromady o téměř 200 m. Nejméně výrazné zkrácení můžeme pozorovat mezi III. vojenským mapováním a snímky Ortofota z 50. let. Tato celková změna je téměř zanedbatelná. Je to způsobeno vyrovnanými přírůstky a úbytky délek jednotlivých toků. K nejvýraznějšímu zkrácení, téměř o 150 m, došlo u úseku Červeného potoka rp31 a u Kounovského potoka. Naopak k prodloužení o 142 m došlo na úseku Červeného potoka rp30. Ve druhé polovině 20. století byly změny nejvýraznější a to především díky velkému zkrácení Nesuchyňského potoka (téměř o 300 m) a renaturačního úseku rp19 Lišanského potoka.

Celkově od dob II. vojenského mapování do roku 2006 (poslední aktualizace databáze DIBAVOD) zaznamenaly nejvýraznější zkrácení Nesuchyňský potok (314 m), Kounovský potok (200 m) a úsek Červeného potoka (rp31), na kterém došlo ke zkrácení o 138 m. Naopak k nejvýraznějšímu prodloužení došlo na úseku červeného potoka (rp29) a to o celých 122 m.

Vzhledem k tomu, k jak nízkým procentuálním změnám na tocích Lišanského povodí došlo, se ukázalo, že analýza změn délek na základě zpracování map historického mapování není vhodná pro zjištění zkoumané problematiky. Zkoumané toky mají tak nízké průtoky, že je není možné, díky generalizaci a odlišnému měřítku historických map je porovnávat. Pokud u toku, který byl metodikou AOPK určen jako vhodný pro renaturace a bylo zaznamenáno prodloužení i na základě datových podkladů zpracovaných v GIS, tak je tato změna malá, že ji není možné brát jako směrodatný výsledek. Z toho důvodu nejsou výsledné hodnoty reprezentativní ke správnému určení parametru č. 4, zda tok, který byl původně napřímen začal v krajině meandrovat a navracet se tak do přírodě blízkého stavu.

5.3 Překrytí křovin a lesů mezi roky 1843 a 2013

Obecně dotazování dvou nebo více informačních vrstev se označuje jako topologické překrytí (Overlay) těchto vrstev. V tomto případě došlo konkrétně k překrytí dvou vrstev, které zobrazují pokrytí vymezených pozemků lesy a křovinami. První vrstva vykresluje pokrytí krajiny lesy a křovinami v roce 1843 (zdroj stabilní katastr) a druhá v roce 2013 (aktuální ortofoto).

Tabulka č. 2: Rozloha křovinatého a lesního porostu ze dvou zkoumaných časových období

(rozloha je udána v metrech čtverečních)

Název toku	značení AOPK	typ úpravy	stabilní katastr (r. 1843)	ortofoto (r. 2013)
Lišanský potok	rp20	revitalizace	565840	589429
Lišanský potok	rp19	renaturace	90679	184284
Celkem	-	-	656519	773713

Z tabulky č. 2 je jasné viditelné, že od roku 1843 do současnosti došlo k nárůstu křovité a stromovité vegetace a to o celých 117194 m², což je přibližně o 15% oproti původní rozloze. Na úseku Lišanského potoka, který byl AOPK označen jako úsek potřebných revitalizačních opatření, došlo jen k nepatrnému nárůstu křovin a lesů a to o 4%. Naopak výrazný nárůst vybrané vegetace byl zaznamenán na úseku vhodném pro renaturace a to o celých 51%.

Na základě zjištěných výsledků lze říci, že parametr č. 5 *Ke zpřírodnění někdejší technické úpravy koryta přispěl růst dřevin* lze v GIS určit na základě překryvu dvou vrstev výskytu křovin a lesů v minulosti a současnosti. Z výsledků totiž jasně vyplývá, že na renaturačním úseku Lišanského toku došlo k nárůstu dřevin o více jak polovinu z původní rozlohy, což souvisí s návratem vodního toku k přirozenému stavu.

5.4 Výskytu jezů

Výskyt jezů na toku byl hodnocen na základě shapefile stupně a jezy na toku, tyto data byla získána z databáze DIBAVOD. V geoinformačních systémech byl výskyt jezů na toku hodnocen na základě výběru Select By Attribute, kde byl zadán výběr jezů vyskytujících se na zkoumaném povodí Lišanského potoka. Vzhledem k tomu, že toky povodí Lišanského potoka jsou potoky s nízkými průtoky, nelze zde očekávat výskyt velkého množství stupňů a jezů.

Z výsledných dat vychází, že dva jezy nacházející se v povodí Lišanského potoka, byly oba dva lokalizovány na tocích, kde je dle odborníků z AOPK potřeba investiční revitalizace. Konkrétně se jedná o dolní část Lišanského potoka a o dolní část Čistého potoka.

Na základě těchto výsledků lze říci, že parametr č. 1 *přítomnost příčných objektů na toku* lze v GIS snadno určit a přispět tak snadnějšímu vymezení revitalizačních a renaturačních úseků toků v ČR.

5.5 Hodnocení sklonitosti na základě vytvoření DMT v GIS

Výsledný rastr sklonitosti znázorňuje místa, kde a jaké se ve vymezeném území nachází sklonitosti. Je logické, že největší sklonitosti jsou zaznamenány na svazích vyvýšenin a hřbetů v povodí. Tento rastr vznikl na základě vytvoření DMT a aplikace funkce Slope. Rastr sklonitostí byl rozdělen do šesti kategorií, jejichž rozpětí je 0 – 34°. Mapu tohoto rastru spolu s vrstvou vodních toků, které jsou barevně odlišeny na úseky vhodné pro renaturace a revitalizace zobrazuje mapa „*Analýza sklonitosti v terénu*“ (viz. příloha č. 1).

Z vytvořeného rastru lze snadno díky barevnému rozlišení míry sklonitosti určit místa v blízkosti toku s největší sklonitostí. Největší sklony byly zaznamenány na levém břehu dolního toku Lišanského potoka. Na tomto úseku tak nemohou probíhat samovolné renaturace vzhledem k výškovým rozdílům terénu. Stejně tak v blízkosti Čistého potoka, převážně na levém břehu jsou čitelné velké sklonitostní poměry, které brání toku k návratu do přírodního přirozeného stavu. Nejnižší sklonitosti byly zaznamenány v horní části povodí. Sklony jsou spíše mírné a nenacházejí se v přímé blízkosti toků. Nejmenší sklonitost je na úseku Lišanského potoka rp19. Zde vzhledem k malé výškové členitosti může probíhat rozvoj renaturačních procesů.

Po pouhém vizuálním porovnání mapy „*Analýza sklonitosti v terénu*“ (viz příloha č. 1) je zřejmé, že vytvoření digitálního modelu terénu a následná aplikace funkce Slope je vhodná pro určení parametru hodnocení výškové členitosti terénu v blízkosti toku. Proto lze tento parametr označit jako aplikovatelný do GIS.

5.6 Sklonitostní poměry jednotlivých toků

Na jednotlivých úsecích toků byla hodnocena míra jejich sklonitosti. Výběr zkoumaných úseků toků byl totožný jako u předešlé analýzy hodnocení změn délek vodních toků. Toky byly sestupně seřazeny od nejvyšší sklonitosti k nejnižší. Sklonitost toků je udána ve stupních.

Největší sklonitost 1,87° byla zaznamenána na renaturačním úseku Krušovického potoka, jak je zřetelné v tabulce č. 3. Druhý a třetí největší sklon byl určen na revitalizačních úsecích Červeného potoka (rp29 a rp30). Naopak nejnižší sklon byl vypočítán na revitalizačním úseku Lišanského potoka a to 0,17°, což je téměř zanedbatelná sklonitost. Další dvě hodnoty vykazující nejmenší sklon patří renaturačním úsekům Lišanského potoka a Chrášťanského potoka.

Tabulka č. 3: Délka a sklon vybraných úseků vodních toků

název toku	značení AOPK	typ úpravy	počáteční bod (m n.m.)	koncový bod (m n.m.)	rozdíl poč. a konc. Bodu	délka toku (m)	sklonitost (°)
Krušovický p.	rp32	renaturace	421,9	386,0	35,9	1101,0	1,87
Červený p.	rp29	revitalizace	461,2	393,7	67,5	2216,4	1,75
Červený p.	rp30	revitalizace	393,8	380,3	13,5	782,7	0,99
Borský p.	rp26	renaturace	380,2	344,7	35,5	2165,1	0,94
Krupský p.	rp28	renaturace	398,9	344,1	54,8	3562,1	0,88
Kounovský p.	rp27	renaturace	412,4	362,3	50,1	3658,9	0,78
Nesuchyňský p.	rp21	renaturace	397,5	353,0	44,6	3275,0	0,78
Od Kounova	rp27	renaturace	396,1	377,9	18,2	1420,4	0,73
Od Kříže	rp33	revitalizace	382,3	348,2	34,1	2774,1	0,71
Krušovický p.	rp32	renaturace	379,1	360,0	19,0	1625,2	0,67
Chrášťanský p.	rp24	revitalizace	345,7	332,8	12,9	1219,1	0,61
Novodvorský p.	rp22	renaturace	417,2	346,5	70,7	6959,2	0,58
Červený p.	rp31	renaturace	380,3	339,9	40,4	4084,3	0,57
Čistý p.	rp33	revitalizace	360,6	318,6	41,9	4581,7	0,52
Olešná	rp25	revitalizace	354,9	326,8	28,1	3278,6	0,49
Lišanský p.	rp19	renaturace	415,8	339,8	75,9	9031,9	0,48
Chrášťanský p.	rp23	renaturace	400,4	377,2	23,2	2897,4	0,46
Lišanský p.	rp20	revitalizace	339,8	311,5	28,3	9294,2	0,17

Na základě metodiky AOPK vytvořené provedením terénního průzkumu na povodí Lišanského potoka bylo jasně určeno, že na úsecích toků, kde se tok jeví jako nepřiměřeně moc sklonitý, je potřeba investiční revitalizace. Na základě získaných výsledků, které jsou výše popsány je třeba zhodnotit zpracování tohoto parametru v GIS jako nedostačující. Výsledky neodpovídají vymezení renaturačních a revitalizačních úseků tak, jak je vymezila AOPK na základě terénního průzkumu.

Řešením by mohlo být rozdělení toků na kratší úseky, čímž bychom získali podrobnější sklonitosti. Není však jasné na základě jakých parametrů by toto podrobnější rozdělení mělo vzniknout.

5.7 Vymezení intravilánu

Vymezení intravilánu ve sledovaném území bylo provedeno na základě vrstev shapefile z databáze ZABAGED. Pro každý z úseků vodních toků byla dána podmínka výskytu intravilánu ve vybraném území 100 metrů od toku. Na základě získaných výsledků byla vytvořena níže uvedená tabulka č. 4.

Tabulka č. 4: Výskyt intravilánu do 100 metů od vodního toku

název toku	značení AOPK	typ úpravy	intravilán
Krušovický p.	rp32	renaturace	Ano
Krušovický p.	rp32	renaturace	Ne
Červený p.	rp31	renaturace	Ne
Krupský p.	rp28	renaturace	Ano
Od Kounova	rp27	renaturace	Ano
Kounovský p.	rp27	renaturace	Ne
Borský p.	rp26	renaturace	Ne
Chrástánský p.	rp23	renaturace	Ne
Novodvorský p.	rp22	renaturace	Ne
Nesuchyňský p.	rp21	renaturace	Ano
Lišanský p.	rp19	renaturace	Ano
Od Kříže	rp33	revitalizace	Ano
Čistý p.	rp33	revitalizace	Ano
Červený p.	rp30	revitalizace	Ano
Červený p.	rp29	revitalizace	Ano
Olešná	rp25	revitalizace	Ano
Chrástánský p.	rp24	revitalizace	Ne
Lišanský p.	rp20	revitalizace	Ano

Z tabulky č. 4 lze vyčíst, že z jedenácti úseků vodních toků, které byly AOPK označeny jako vhodné pro renaturace, jich šest neprotéká v blízkosti intravilánu. Na základě již uvedené podmínky bylo zjištěno, že u zbylých renaturujících úseků se intravilán vyskytuje. Po vizuální kontrole v GIS je nutno říci, že téměř většina z těchto úseků protéká pouze z vnější části intravilánu. Zadanou podmínku však splňují, proto byly v GIS automaticky označeny.

Ze sedmi úseků, které byly AOPK vybrané jako vhodné pro investiční revitalizace, se téměř všechny vyskytují v blízkosti intravilánu. Výjimku tvoří pouze Chrástánský potok, v jehož blízkosti, dle zadané podmínky, nebyl zaznamenán výskyt intravilánu.

Na základě získaných výsledku lze říci, že parametr týkající se výskytu intravilánu v blízkosti vodního toku lze v GIS určit. Výsledky je však vhodné vizuálně zkontrolovat v mapových výstupech z GIS, aby nebylo dále pracováno s nepřesnými a chybnými údaji.

5.8 Hodnocení překrytí kategorií land use mezi roky 1843 a 2009

Hodnocena je změna krajinného pokryvu říční nivy a rozloha daných změn. Vzhledem k vysoké náročnosti vektorizace přilehlých pozemků celého povodí byl pro ukázkou vektorizován pouze vymezený pás v okolí Lišanského potoka.

Před samotnou analýzou získaných výsledků je důležité si uvědomit, že při překryvu mapových sad se objevují tzv. zbytkové polygony (Sliver polygons). A to především při hranicích výsledných polygonů, které díky svému protáhlému tvaru a velmi malé až nulové rozloze zobrazují spíše topologickou chybu, než skutečné změny krajiny. Proto Havlíček (2013) ve své disertační práci „*Význam starých map pro studium změn krajiny v okrese Hodonín*“ doporučuje použití nástroje Eliminate. Na základě použití tohoto nástroje byly vybrány polygony menší jak 150 m², které následně zanikly přiřazením k polygonům s delší hranicí.

Celkově ke změně využití krajiny došlo na 47 % z celého sledovaného území. Z toho v revitalizačním úseku toku došlo ke změně na téměř polovině území. U úseku renaturačního došlo ke změně na 46% zájmového území.

Pro přehledné vymezení obsahu jednotlivých kategorií, byla vytvořena tabulka č. 5 Kategorizace využití krajiny, dle určení AOPK.

Tabulka č. 5: Kategorizace využití krajiny, dle určení AOPK

kategorie	obsah	vhodné/nevhodné
1. kategorie	lesy/louky/pastviny	Vhodné
2.kategorie	zástavba/zahrady/cesty	Nevhodné
3. kategorie	orná půda/ostatní	Nevhodné
4. kategorie	vodní toky/vodní plochy	Vhodné

Tabulka č. 6: Výměra rozloh kategorií land use na revitalizačním úseku Lišanského potoka
(plochy jsou udány v m²)

	1. kategorie	2. kategorie	3. kategorie	4. kategorie	celkem
1. kategorie	-	48904	314316	655	363875
2. kategorie	14617	-	17580	0	32197
3. kategorie	128304	14929	-	660	143893
4. kategorie	252060	17121	74246	-	343427
celkem	394981	80954	406142	1315	883392

Tabulka č. 6 popisuje výsledky získané z výstupní vrstvy krajinného překryvu na vymezeném pásu pozemků v okolí revitalizačního úseku Lišanského potoka. Z výsledků je patrné, že největší přírůstek zaznamenala 3. kategorie a to celých 406142 m². Druhý největší přírůstek oproti roku 1843 je patrný u 1. kategorie. Naopak největší úbytek rozlohy v roce 2009 byl zaznamenán u 1. a 4. kategorie. Avšak u 4. kategorie je tento výrazný úbytek nejspíše způsoben odlišnými vstupními daty z map stabilního katastru a databáze ZABAGED. Po dohodě s AOPK, bylo určeno, že pro parametr, který se týká rozhodnutí, zda je možné vymílání toku do stran vzhledem k charakteru navazujících pozemků, není kategorie vodních toků a vodních ploch rozhodující. Proto nebylo potřeba data jakkoliv upravovat.

Tabulka č. 7: Výměra rozloh kategorií land use na renaturačním úseku Lišanského potoka
(plochy jsou udány v m²)

	1. kategorie	2. kategorie	3. kategorie	4. kategorie	celkem
1. kategorie	-	10156	536571	0	546727
2. kategorie	9575	-	29838	0	39413
3. kategorie	107894	12941	-	0	120835
4. kategorie	13321	4060	93991	-	111372
celkem	130790	27157	660400	0	818347

Z tabulky č. 7 jasně vyplývá, že největší úbytek v rozloze zasáhl 1. kategorii, stejně jak tomu bylo u předešlé tabulky. Úbytky okolo 100 tis. m² byly zaznamenány také u 3. a 4. kategorie. Naopak největší přírůstek byl zaznamenán u 3. kategorie a to o více jak 80% z celkových přírůstků všech kategorií. Druhý největší přírůstek rozlohy byl určen u 1. kategorie.

Z výše interpretovaných výsledků lze říci, že dané zpracování dat není dost reprezentativní pro určení parametru č. 6, pro rozlišení vhodných navazujících pozemků. Podle terénního výzkumu, který provedlo AOPK a následného rozdělení Lišanského potoka na revitalizační a renaturační úseky, výsledné hodnoty změn krajinného pokryvu neodpovídají danému členění. U 1. kategorie pokryvu, která byla určena jako nejvhodnější pro renaturace, byl zaznamenán téměř stejný nebo výrazněji nižší úbytek oproti přírůstku a to u obou úseků toku.

6 DISKUSE A ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce byla aplikace GIS v hodnocení renaturací vodních toků. Studie byla vypracovávána na povodí Lišanského potoka na Rakovnicku. Tato problematika byla v GIS řešena pomocí analytických funkcí. Jako vstupy byla využita data historického mapování (Císařské otisky stabilního katastru, 2. vojenské mapování, 3. vojenské mapování, ortofoto z 50. let) a jako aktuální data byly využity konkrétní vrstvy z databáze ZABAGED a DIBAVOD a ortofoto aktualizované v roce 2013.

V první řadě bylo potřeba zhodnotit jaké parametry lze z metodiky AOPK, která byla vytvořena na základě terénního průzkumu povodí Lišanského potoka, zhodnotit v prostředí GIS. Po dlouhém zkoumání bylo vybráno 6 parametrů, které by mohly být aplikované do GIS.

Před následným zpracováním podkladových map historického mapování v GIS bylo nutné nejprve mapové listy III. vojenského mapování a Císařské otisky stabilního katastru georeferencovat do totožného souřadného systému, aby mohla být tato zdrojová data relevantně porovnávána. Zimová (2005) zmiňuje, že nejvhodnější body pro georeferencování map historického mapování jsou snadno identifikovatelné prvky v mapě, jako jsou hráze rybníků, kostely, křižovatky komunikací, mosty a rohy významných budov. V našem případě bylo ale v několika mapových listech stabilního katastru velmi těžké určit správně identifikovatelný prvek v mapě. Některé mapové listy neobsahovali žádné komunikace či sídla nebo jiné nezměněné prvky, které by bylo možno použít pro georeferencování. V těchto případech byly použity jako vlíčovací body navazující okraje vedlejšího, již georeferencovaného mapového listu.

Hned první parametr týkající se přítomnosti příčných objektů na vodním toku byl na základě výsledků v GIS zhodnocen jak aplikovatelný. Parametr týkající se sklonu koryta byl v GIS řešen na základě vytvoření DMT a následných výpočtů jednoduché goniometrické rovnice. Získané výsledky, které byly vypočteny pro jednotlivé úseky vodních toků v povodí Lišanského potoka, ale neodpovídali vymezení renaturačních a revitalizačních úseků dle AOPK. Ve výpočtu sklonitostí vodních toků byly použity vrstevnice ze Zabaged, které se ukázaly pro tyto účely jako nedostačující. Avšak existují i kvalitnější data, jako DMT 4G, který by patrně dal kvalitnější výsledky. Dále byl DMT využit pro určení výškové členitosti ploch v okolí vodního toku. V tomto případě se však řešení daného parametru v GIS ukázalo jako vhodné. U dalších dvou parametrů bylo na základě hodnocení výsledků zjištěno, že tyto výstupní hodnoty získané aplikací vybraných dat do GIS nejsou natolik reprezentativní, aby mohly být označeny za správné. Týká se to parametru návratu trasy koryta do přírodě blízkého stavu, který byl v GIS hodnocen na základě analýzy délek vodních toků a parametru, který udává, že koryto se opět vymílá do stran (meandruje) a to díky vhodnému charakteru navazujících pozemků. V GIS byl tento

parametr hodnocen na základě překrytí dvou vrstev s polygonovou geometrií vykreslující krajinné složky vhodné a nevhodné pro renaturace.

Na přesnosti zjištěných hodnot těchto parametrů má vliv několik kritérií. Ovlivňuje je přesnost geodetických podkladů historických map a to jak u obou vojenských mapování, tak i u Císařských otisků stabilního katastru. Autoři Langhammer a Vajskebr (2007) tvrdí, že při analýze historických mapových podkladů a jejich digitalizaci představuje prvořadý problém rozdílná kvalita dat z jednotlivých datových zdrojů. Jde především o nepřesnosti vyplývající z primární odlišné povahy dat. Například odlišného měřítka (viz. tabulka č. 8) a tím rozdílné generalizace obsahu mapy, rozdílné kartografické projekce a zobrazení a přesnosti zpracování mapy.

Tabulka č. 8: Měřítko zadaných mapových podkladů

Mapy	Měřítko
Stabilní katastr	1 : 2 880
2. vojenské mapování	1 : 28 800
3. vojenské mapování	1 : 25 000
databáze DIBAVOD	1 : 10 000
databáze ZABAGED	1 : 10 000

Předposlední parametr, který se týká hodnocení zpřírodnění krajiny vlivem nárůstu dřevin v okolí toku byl v GIS hodnocen díky překrytí polygonových vrstev, které mapují výskyt dřevin v zájmovém území ve dvou časových obdobích. Tento parametr byl na základě získaných výsledků z GIS vyhodnocen jako zjistitelný. Stejně tak byl vyhodnocen parametr zahrnující intravilán. Data o výskytu intravilánu v zájmovém území byla získána z databáze ZABAGED.

Na základě výše uvedeného zhodnocení výsledků byla v bakalářské práci prokázána užitečnost GIS v problematice renaturací vodních toků. Přestože některé z výsledků nebylo možné označit jako dostatečně reprezentativní, už jen díky schopnosti GIS integrovat data jak uložená na disku, tak i ze vzdálených zdrojů mapových serverů, lze jej označit za užitečné. V prostředí GIS lze snadno spravovat a analyzovat data týkající se vodních toků, což odborníkům z AOPK usnadní práci v problematice renaturací. Vytvoření DMT a následné určení sklonitosti se ukázalo jako prospěšné v řešení problematiky renaturací. Stejně tak i funkci Overlay lze označit za užitečnou. Naopak je potřeba říci, že mapy historického mapování se ukázaly, jako ne zrovna nejvhodnější data. Toky na kterých byla daná problematika zkoumána jsou tak malými toky (nízké průtoky), že na mapách historického mapování jsou generalizovány a tak dochází k velkému zkreslení.

V průběhu zpracování byly získané výsledky konzultovány s odborníky z této agentury a budou touto agenturou také dále využívány.

Vzhledem tomu, že pojem renaturace je pojmem relativně novým, bylo velmi náročné čerpat z více zdrojů související literatury. Tomuto pojmu se aktuálně podrobněji věnuje pouze agentura AOPK a to především její zaměstnanec Ing. Tomáš Just spolu se svou kolegyní Ing. Petrou Královcovou. Proto téměř veškerá literatura týkající se problematiky renaturací je čerpána právě od těchto odborníků. Z Přírodovědecké fakulty se této problematice revitalizací intenzivně věnuje také doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D.

Samovolné renaturace jsou v dnešní době intenzivně řešeným tématem. Jsou velmi efektivní už z důvodu, že člověka nestojí žádné úsilí ani finance, proto je výhodou odlišit jednotlivé úseky, kde již renaturace probíhá od těch, kde je revitalizace opravdu potřebná. Nedochází tak k plýtvání financí na úsecích toků, kde si již příroda pomáhá sama.

Samotné téma je velice široké a z důvodu osobního zájmu o tuto problematiku bych ráda toto téma rozvinula v diplomovou práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANDRESKA, J. (1987): Rybářství a jeho tradice. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 208 s.

AOPK (2013): Revitalizace vodních toků [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.dotace.nature.cz/voda-opatreni/revitalizace-vodnich-toku.html>>.

ARCDATA (2014): ARCDATA PRAHA: Geografické informační systémy [online]. 2010 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.arcdata.cz>>.

BIČÍK, I.; HIMIYAMA, Y.; FERANEC, J.; ŠTYCH, P. (2012): Land use/Cover Changes in Selected Regions in the World. 7. vyd. Prague: Charles University in Prague, Faculty of Science, 2012. 79 s. ISBN 978-4-907651-08-4.

BIČÍK, I.; KUPKOVÁ, L. (2008): Vývoj využití ploch v Pražském městském regionu [online]. [cit. 2013-08-05]. Dostupné z WWW: <<http://web.natur.cuni.cz/~slamak/gacr/kniha/bicik.pdf>>.

BRŮNA, V., KŘOVÁKOVÁ, K., NEDBAL, V.: Analýza krajinných složek na mapách stabilního katastru. In.: Balej, M., Jeřábek, M. (eds.) (2004): Geografický pohled na současné Česko. Acta Universitatis Purkynianae, Studia Geographica VI., UJEP, Ústí nad Labem, 2004. Str. 289 - 296. ISBN 80-7044-577-7.

ČÚZK (2013): Základní báze geografických dat ZABAGED [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z WWW: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED>.

DALNICE-SILNICE (2005): Parametry dálnic a rychlostních silnic [online]. [cit. 2014-07-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.dalnice-silnice.cz/parametry.htm>>.

EAGRI (2011): Správci vodních toků [online]. 2013 [cit. 2013-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/spravci-vodnich-toku>>.

ESRI (2014): Overlay Analysis [online]. 2013 [cit. 2013-07-25]. Dostupné z WWW: <http://resources.esri.com/help/9.3/ArcGISEngine/java/Gp_ToolRef/geoprocessing/overlay_analysis.htm>.

ESRI (2014): Products Overview [online]. 2013 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.esri.cz>>.

FAO (2013): Land Cover Classification Systém [online]. 2013 [cit. 2013-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/X0596e01e.htm#P213_18188>.

FŽP (2014): Archeologie krajiny na Rakovnicku [online]. 201 [cit. 2014-07-08]. Dostupné z WWW: <[file:///C:/Users/Pc/Downloads/archeologie%20krajiny%20na%20Rakovnicku%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/archeologie%20krajiny%20na%20Rakovnicku%20(4).pdf)>.

GEOLAB (2001 - 2010): Prezentace starých mapových děl z území Čech, Moravy a Slezska. Laboratoř geoinformatiky UJEP [online]. 2010 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.oldmaps.geolab.cz>>.

HAVLÍČEK, M.; KREJČÍKOVÁ, B.; CHRUDINA, Z.; BOROVEC, R.; SVOBODA, J. (2011): Změny ve využití krajiny a na vodních tocích povodí Veličky a v v horních povodích Kyjovky a Svratky [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z WWW: <http://www.zmeny-krajiny.cz/Acta_99-Havlicek.pdf>.

HAVLÍČEK, M. (2013): Význam starých map pro studium změn krajiny v okrese Hodonín. Brno: Geografický ústav Přírodovědecké fakulty Univerzity Masarykovy [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z WWW: <https://is.muni.cz/th/19770/prif_d/Havlicek_disertacni_prace_final.pdf>.

JUST, T. (2009): Renaturace a revitalizace vodních toků. In: Přednáška ze semináře Odborného vzdělávání zemědělců, Benešov, 9.2.2010 [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.arcnet.cz/vzdelavani/ovz-2009/benesov/revitalizace-malych-vodnich-toku.pdf>>.

JUST, T. (2011): Cesta zlepšování morfologického stavu vodních toků [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.koaliceproreky.cz/wp-content/uploads/2011/10/Samovolne-renaturace-Just-m.pdf>>.

JUST, T. (2013): Revitalizace, renaturace a ekologicky zaměřená správa vodních toků. In: Internetový časopis Ochrana přírody [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/clanky/revitalizace-renaturace-a-ekologicky-zamerena-sprava-vodnich-toku.html>>.

JUST, T. a kol. (2003): Revitalizace vodního prostředí. Praha: Vydává Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003. str. 9. ISBN 80-86064-72-7.

KOLÁŘ, J. (2003): Geografické informační systémy 10. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02687-6.

KRÁLOVCOVÁ, P. *Metodika renaturačních a revitalizačních úseků vodních toků* [elektronická pošta]. Message to: ivi.havrankova@gmail.com. 21. února 2013 13:53 [cit. 2013-08-05]. Osobní komunikace.

LEVÝ, F. (1896): Dějiny královského města Rakovník. Rakovník: Tiskem a nákladem Josefa Kovozného, 1896. s. 487.

LANGHAMMER, J.; VAJSKEBR, V. (2007): Využití GIS pro analýzu zkrácení říční sítě na základě historických mapových podkladů. In: LANGHAMMER, J. a kol. : Povodně a změny v krajině. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Ministerstvo životního prostředí ČR, 2007. s. 153 - 167. ISBN 978-8086561-86-8.

LUCC (2014): LUCC Czechia: Land use/land cover project [online]. 2010 [cit. 2014-08-05].

Dostupné z WWW: <<http://www.lucc.cz>>.

MIKŠOVSKÝ, M., ZIMOVÁ, R. (2006): Historická mapování Českých zemí. In: GEOS 2006 - 1st International Fair of Geodesy, Cartography, Navigation and Geoinformatics – Conference Proceedings. [online]. [cit. 2013-03-02]. Dostupné z WWW:

<http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/71_miksovsky_zimova/paper/71_miksovsky_zimova.pdf>.

RAPANT, P. (2006): Geoinformatika a geoinformační technologie. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. 513 s. ISBN 80-248-1264-9. Dostupné z WWW:

<http://gis.vsb.cz/rapant/publikace/knihy/GI_GIT.pdf>.

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60/ES ze dne 23. října 2000

o stanovení rámce pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie [online]. [cit. 2013-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu>>.

ŠTYCH, P. a kol. (2008): Vybrané funkce geoinformačních systémů. Praha: CITT Praha Akademie kosmických technologií, oblast Galileo, GMES, 2008. 179 s.

VÚV TGM (2013): Digitální Báze Vodohospodářských Dat (DIBAVOD) [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.dibavod.cz/17/geodatabase-dibavod.html>>.

ZIMOVÁ R.(2005): Kartografická analýza map historických vojenských mapování [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/zimova.pdf>>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Analýza sklonitosti v terénu

Příloha 2: Mapa zobrazující DMT

Příloha 3: CD obsahující digitální podobou práce a databázi vytvořených dat